ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් අත්පොත

How to Design Electronics Circuits

එස්. වන්නි ආරච්චිගේ

eRddhi Publications



I dedicate this book to my ever-loving nephews Thusitha, Kavindu, Hashitha, Praveen, and Chamod.

පටුන

පෙරවදන

ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් ගැන ලියනු ලබන පොත් පෙළෙහි තෙවැන්න මෙයයි. පළමු පොත් දෙකෙහි කරුණු ඉගෙන ගෙන හා එම කරුණු ධාරණය කර ගෙන මෙම පොත කියවා පහසුවෙන් කරුණු ග්‍රහණය කර ගත හැකි වනු ඇත.

මා හැමවිටම උත්සහ දරන්නේ තාක්ෂණික කරුණු සමගම විද්‍යාත්මක දැනමකුත් ලබා දීමටයි. විශේෂයෙන්ම භෞතික විද්‍යාව ගැන දන්නා ප්‍රමාණයට ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් ඉගෙනීම පහසු වන බව මාගේ විශ්වාසයයි. එහෙත් සමහර භෞතික විද්‍යා කාරණා අතිශය ගැඹුරු විය හැකියි. එවැනි අවස්ථාවල මා උපමා හා උදාහරණවලින් අදාළ විද්‍යාත්මක කාරණා විස්තර කිරීමට වෙර දරා තිබේ.

කිසිම විෂයක් අදාල විෂයට සම්බන්ධ කරුණු පමණක් ඉගෙනීමෙන් ඵලදායී තත්වයක් ඇති වන්නේ නැත. විශේෂයෙන් තාක්ෂණික ක්ෂේත්‍රයට එය වැඩිපුර අදාල වේ. යන්ත්‍ර සූත්‍ර හා උපකරණ නිපදවීමට නම්, වෙනත් භාහිර යෙදුම් හා ක්ෂේත්‍රයන් ගැනද දැනුමක් අවශ්‍ය කෙරේ. බොහෝවිට මා පොතට ඇතුලත් කරන අතිරේකවලින් බලාපොරොත්තු වන්නේ මෙවන් භාහිර කරුණු ගැන කතා කිරීමටයි.

කෙනෙකුට සිතිය හැකියි අතිරේකවල ඇති ඇතැම් කරුණු ඍජුවම ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස්වලට සම්බන්ධයක් නැතැයි කියා. එසේ වුවත් මා කරුණු විස්තර කරන්නේ හා උගන්වන්නේ මාගේ විශ්වාස පද්ධතියට අනුවයි. එක් එක් කතුවරුන්ට ඔවුන්ගේම විශ්වාස හා ශෛලයන් තිබේ. එකම විෂය සම්බන්ධයෙන් විවිධ කතුවරුන් විසින් ලියූ පොත් සිය ගණන් තිබෙන්නේද මෙම වෙනස්කම් නිසාය.

මෙතෙක් ලියූ පොත් තුනට අමතරව, තව දුරටත් ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් ගැන ලිවීමට කරුණු ඇත. ඉදිරියේදී තවත් පොත් කිහිපයක් ඒ ගැන ලියැවෙනු ඇත. මේ සියලු පොත් නොමිලේ අන්තර්ජාලය ඔස්සේ ලබා ගත හැකියි. ඉදිරියේදී තවදුරටත් සංස්කරණය කර මේ සියලු පොත් මුද්‍රණ ද්වාරයෙන් ඉදිරිපත් කිරීමටද නියමිතය.

එස්. වන්නි ආරච්චිගේ

erddhipub@gmail.com

පෙබරවාරි 15, 2016

හැඳින්වීම

මෙම පොත කියවා ඉගෙනීමට පෙර, මෙම පොත් පෙළෙහි පළමු හා දෙවන පොත් දෙක කියවා තේරුම්ගෙන එම කරුණු/න්‍යායන් මතක තබාගෙන සිටීම අවශ්‍ය බව ප්‍රථමයෙන්ම මතක් කර දිය යුතුය. ඔබ මෙම පාඩම් කියවගෙන යන අතරේ යම් නොදන්නා සූත්‍රයක් හෝ මූලධර්මයක් හෝ වචනයක් හමු වන්නේ නම්, අනිවාර්යෙන්ම එය මීට පෙර පොතක සඳහන් කර තිබේ; එසේත් නැතිනම්, මෙම පාඩම් මාලාව තුළ එය විස්තර කෙරේ.

දැන් අප ඉගෙනීමට යන්නේ active devices ගැනයි. ඇක්ටිව් හා පැසිව් ඩිවයිස් භේදය ගැන දෙවැනි පොතෙහි සඳහන් කර තිබුණු අතර, එම පොතෙහි **පැසිව් ඩිවයිස්** වන රෙසිස්ටර්, කැපැසිටර්, ඉන්ඩක්ටර් ගැන විස්තරාත්මකව කරුණුද දක්වා තිබුණා. නැවතත් මතක් කරගන්නේ නම්, ***ඇක්ටිව් උපාංග*** *යනු උපාංගයට ලබා දෙන සංඥාවේ ජවයට වඩා වැඩි ජවයක් පිට කළ හැකි උපාංග වේ.* මතක තබා ගන්න මෙහිදී යොදාගත් වචනය ජවය මිස වෝල්ටියතාව හෝ ධාරාව නොවේ. ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයකින් අපට පුලුවන් ඊට ලබා දෙන වෝල්ටියතාව (හෝ ධාරාව) වැඩි කර පිටතට ලබා දෙන්න; එසේ කළද ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයට ඇතුලු කරන ජව ප්‍රමාණයම තමයි ඉන් පිටතට ලබා දෙන්නෙත්. එනිසා ට්‍රාන්ස්ෆෝමරය ඇක්ටිව් උපාංගයක් නොවේ.

ඇක්ටිව් උපාංගයක් මෙම හපන්කම කිරීමේදී (එනම් ඊට ලබා දෙන "සංඥාවේ ජවය" වර්ධනය කිරීම) උපාංගය විසින් එම ජවය තමන් විසින්ම නිපදවන්නේ නැත (මොකද එය ශක්ති සංස්ථිතික මූලධර්මයට පටහැනි වේ). උපාංගය කරන්නේ වෙනත් තැනනික් එම ශක්තිය/ජවය ලබා ගැනීමයි. එනිසා ඇක්ටිව් උපාංගයකට හැමවිටම පිටතින් වෙනමම විදුලි සැපයුමක් ලබා දිය යුතුයි. එය මෙසේ කිව හැකියි - "*ඇක්ටිව් උපාංගයකට බාහිරව විදුලි සැපයුමක් අවශ්‍ය කරනවා සංඥාවට අමතරව*".

සටහන

ශක්ති සංස්ථිතික මූලධර්මය

විශ්වයේ පවතින ඉතාම සරල නමුත් ඉතාම වැදගත් නියමයක් නම් ශක්ති සංස්ථිතික මූලධර්මය/නියමය (Energy conservation principle) වේ. ඉන් කියන්නේ විශ්වය පටන් ගැනීමේදී (විශ්වය කෙසේ පටන් ගත්තේද යන්න මෙහිදී වැදගත් නැත) තිබූ මුලු ශක්තිය කිසිදු අඩු හෝ වැඩි වීමකින් තොරව සදාකල්හිම එකම ප්‍රමාණයෙන් පවතින බවයි.

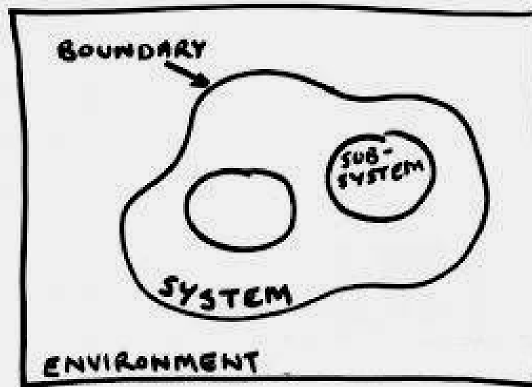
එහෙත් බොහෝවිට ඔබ එම නියමය අසා ඇත්තේ එසේ නොවන්නට පුලුවන්. බහුලවම පොතපතෙහි සඳහන් වෙන්නේ, "ශක්තිය නිපැදවීමට හෝ විනාශ කිරීමට නොහැකිය" ලෙසයි. ඇත්තටම මෙහිනුත් කියන්නේ ඉහත ප්‍රකාශයමයි. ශක්තිය අමුතුවෙන් නිපදවිය හා විනාශ කළ නොහැකි යනු තිබූ ශක්තිය එම ප්‍රමාණයෙන්ම නොවෙනස්ව තිබිය යුතු යන්න නේද?

ශක්තිය අමුතුවෙන් නිපදවිය හා විනාශ කළ නොහැකි වුවත්, ශක්තිය එක් ශක්ති ස්වරූපයකින් තවත් ස්වරූපයකට පරිවර්තනය විය/කළ හැකියි. උදාහරණ වශයෙන් චාලක ශක්තිය තාප ශක්තිය බවට පරිවර්තනය කළ හැකියි. (එන්ට්‍රොපිය යන සංකල්පයද මෙහිදී ඉතා වැදගත් වුවත්, එය ගැඹුරු විද්‍යාත්මක පැතිකඩකට විවර වෙන නිසා ඒ ගැන කතා කරන්නේ නැත. සරලව කිවහොත් එන්ට්‍රොපිය (entropy) යනු ශක්තියේ වියවුල් බවයි. වියවුල් බව වැඩිවන විට එහි ප්‍රයෝජනවත් බව අඩු වේ. එය සාමාන්‍ය ජීවිතයේද ස්වභාවය නේද?)

ඇත්තටම, බොහෝ අවස්ථාවලදී අපට සීමාවක් නොදන්නා මුලු විශ්වයේම ශක්තිය ගැන සිතීම අනවශ්‍ය වැඩකි. එනිසා, බොහෝවිට අපට මෙම ශක්ති සංස්ථිතික නියමය ඇසට පෙනෙන්නේ නැති ඉතා කුඩා පද්ධතියේ සිට ඕනෑම ප්‍රමාණයේ පද්ධතියකට වුවද යෙදිය හැකියි එක කොන්දේසියක්

සැපිරෙන්නේ නම්. එනම්, එම පද්ධතිය තුළට පිවිසෙන හා පද්ධතියෙන් පිටවන ශක්ති ප්‍රමාණයන් සියල්ලම හරියටම දැන ගත යුතුය.

යම්කිසි පද්ධතියකට පිට සිට එතුලට ශක්තිය පැමිණීමට ඉඩ නොදී, පද්ධතියේ සිට පිටතටත් ශක්තිය යන්නට ඉඩ නොදී තබාගත හැකි නම්, එයද මෙම කොන්දේසිය සැපිරීමකි (මොකද, පිටතට යන ශක්තිය හා පිටතින් එන ශක්තිය 0 වේ; ඒ කියන්නේ එන හා යන ශක්තිය අප දැන් දන්නවා; එය දන්නවා පමණක් නොවේ එය 0 කියාද අප දැන් දන්නවා). මෙවැනි පද්ධතියක් සංවෘත පද්ධති (closed system) ලෙස හැඳින්වෙනවා. ඒ අනුව විවෘත පද්ධති (open system) යනු පද්ධතිය හා අවට පරිසරය (environment) සමග ශක්ති හුවමාරු කළ හැකි ලෙස පවතින පද්ධති වේ. (පද්ධති ගැන කතා කිරීමේදී "පරිසරය" යනු පද්ධතියට අයිති දේවල් හැර අනෙකුත් දේවල් සියල්ලට පොදුවේ කියන වචනයයි. ඇත්තෙන්ම, මෙම පරිසරය යනු සාමාන්‍යයෙන් ඔබ පරිසරය කියා හඳුනාගන්නා දේම තමයි.)



විද්‍යාවේදී මෙන්ම තාක්ෂණයේදීද (ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් ඇතුලුව) සමහර දේවල් පහසුවෙන් පැහැදිලි කළ හැකියි මෙම ශක්ති සංස්ථිතික මූලධර්මය ඇසුරින්. උදාහරණයක් ලෙස ඉහත කතා කළ ඇක්ටිව් උපාංග සලකා බලන්න. ඇක්ටිව් උපාංගයකින් ජවය වර්ධනය කළද, එම උපාංගය මෙම නියමයට යටත් නිසා, එම උපාංගවලට පිටතින් (විදුලි) ශක්තිය ලබා දිය යුතු බව තේරුම් ගත හැකියි. තවත් උදාහරණයක් ලෙස විදුලි මෝටරයක් බලමු. මෝටරයට ලබා දෙන විදුලි ශක්තියට වඩා වැඩි ශක්තියක් ඉන් පිට කළ නොහැකි කියා අප කියන්නේද මෙම මූලධර්මය මත පදනම්වයි (මෝටරය පමණක් නොව ඕනෑම උපකරණයකට මෙය වලංගු වේ - එනම්, ඉන්පුට් කරන ශක්තියට වඩා වැඩි ශක්තියක් අවුට්පුට් කළ නොහැකිය).

මෝටරයක් හෝ ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයක් හෝ කොයිලයක් හෝ වෙනත් ඕනෑම උපාංගයක්/උපකරණයක් ක්‍රියාත්මක වීමේදී රත් වෙනවා. මෙය තාප ශක්තියයි. මෙම තාපය ජනනය වූයේ උපකරණයට ඉන්පුට් කරපු විදුලි ශක්තියෙන්. ඒ කියන්නේ එම උපකරණයෙන් දැන් අවුට්පුට් විය යුත්තේ ඉන්පුට් කරපු ශක්තියට වඩා අඩු ශක්තියක් නේද? (මොකද ඉන්පුට් කරපු ශක්තියෙන් කොටසක් තාපය බවට පත් වූ නිසා) මේ ආකාරයට උපකරණ තමන්ට සැපයූ ශක්තියෙන් යම් යම් ප්‍රමාණයන් විවිධ වැඩ කටයුතු සඳහා යොදවනවා (රත්වීමට, ආරෝපණ ධ්‍රැවීකරණයට ආදී). ඉතිං මෙම අවස්ථාවලදී එම සියලු වැඩ කළේ ඊට සැපයූ විදුලි ශක්තියෙන් බව සිහිතබා ගන්න. මේ සියල්ල පහසුවෙන් තේරුම් යනවා ශක්ති සංස්ථිති මූලධර්මය ඔස්සේ ඒවා විග්‍රහ කළ විට.

භාහිරින් විශාල විදුලි ජවයක් ගෙන එය සංඥා වර්ධනයට යොදා ගැනීමේ ක්‍රියාවලිය නිසාම, ඇක්ටිව් උපාංගයක තවත් ලක්ෂණයක් මතු කර පෙන්විය හැකියි. එය නම්, *විශාල විදුලි ශක්තියක්/ජවයක් කුඩා විදුලි ශක්තියකින් (එනම් සංඥාවකින්) පාලනය කිරීම* ඇක්ටිව් උපාංගයක සිදු වේ. උදාහරණයක් ලෙස, ට්‍රාන්සිස්ටරයකට භාහිරව විශාල විදුලි ජවයක් ලබා දී තිබෙන (බයස් කර තිබෙන) අතර,

ට්‍රාන්සිස්ටරයට ඇතුලු කරන කුඩා සංඥාවකට අනුව මෙම විශාල විදුලිය විචලනය වේ. එය අපට අවසානයේ පෙනෙන්නේ කුඩා සංඥාව විශාල සංඥාවක් බවට පත්ව ට්‍රාන්සිස්ටරයෙන් ඉවතට යන බවයි. ට්‍රාන්සිස්ටරයකින් විදුලි සංඥා වර්ධනය කරනවා කියන්නේ ඇත්තටම මෙම සිදුවීම තමයි.

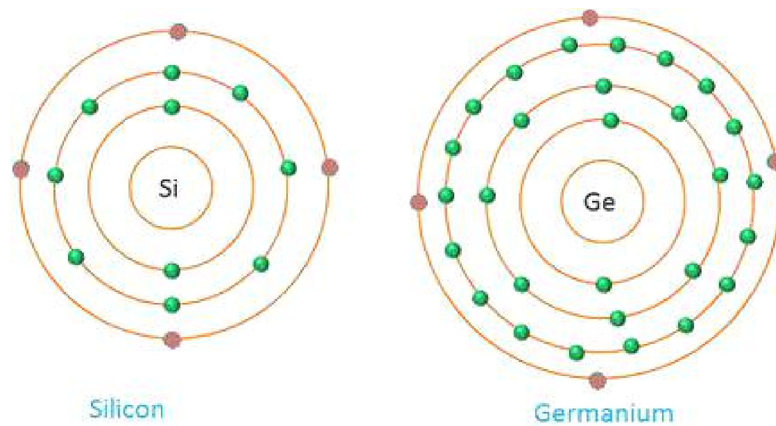
මේ අනුව, ඇක්ටිව් උපාංගයක ඉහත ලක්ෂන තුන පවතින බව වටහාගන්න. මෙම පොතෙන් ඇක්ටිව් ඩිවයිස් වන ඩයෝඩ් ගැන සොයා බලමු. (ඩයෝඩය යනු ඇත්තටම ඇක්ටිව්ද පැසිව්ද යන්න ගැන තර්ක විතර්ක ඇති අතර, මා විශ්වාස කරන්නේ ඩයෝඩය පැසිව් උපාංගයක් වන බවයි.) ඇක්ටිව් උපාංගවල ක්‍රියාකාරිත්වය සඳහා එම උපාංගවලට භාහිරව විදුලි සැපයුමක් ලබා දිය යුතු බව ඔබ දැන් දන්නවා. එම විදුලිය කෙබඳු විදුලියක්ද? එම කරුණු ගැනත් පොදුවේ විදුලිය ගැනත් අතිරේකයන්වල විස්තර කර ඇත.

අර්ධසන්නායක (Semiconductor)

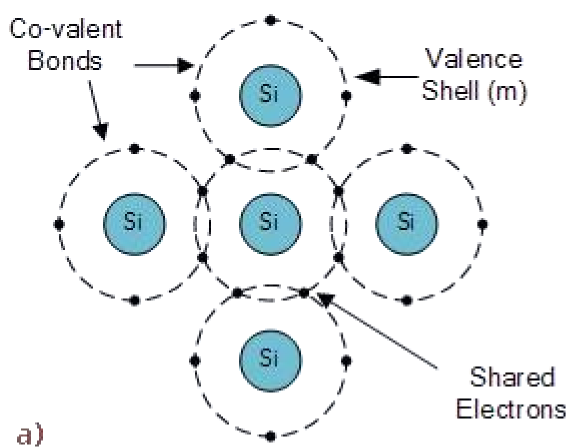
සන්නායක යනු හොඳින් විදුලිය ගමන් කළ හැකි ද්‍රව්‍ය නිසා හා පරිවාරක/කුසන්නායක යනු විදුලිය ගමන් කිරීමට බැරි ද්‍රව්‍ය නිසා අර්ධ සන්නායක යනු මේ අවස්ථා දෙක අතර මැදි අවස්ථාවක් සේ සිතේ. එක් පැත්තකින් එය නිවැරදිය. අර්ධසන්නායකවල සන්නායකතාව සන්නායක හා පරිවාරක අතර අගයක් ගන්නවා. එහෙත් එතැනින් එහාට තවත් විශේෂ කරුණු ගණනාවක් තිබෙනවා අර්ධසන්නායක සතුව.

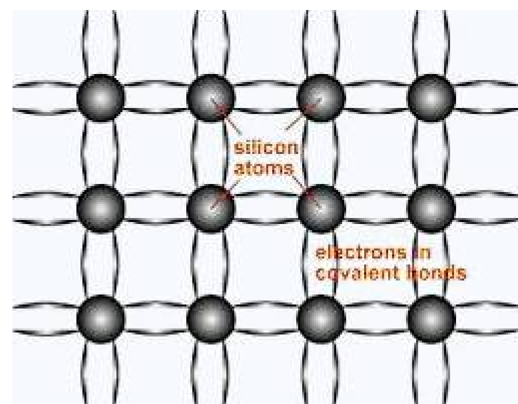
වර්ථමානය වන විට ඇත්තටම "අර්ධසන්නායක ගුණ" පෙන්වන විශේෂ ද්‍රව්‍යද නිපදවා තිබෙනවා. එහෙත් අතීතයේදී අර්ධසන්නායක යනුවෙන් පැවසුවේ **ජර්මේනියම් (Ge)** හා **සිලිකන් (Si)** යන මූලද්‍රව්‍ය දෙක පමණි. රසායනික මූලද්‍රව්‍ය වර්ගීකරණය කර තිබෙන ආවර්තිතා වගුවේ iv හෙවත් 4 වැනි කාණ්ඩයේ මෙම මූලද්‍රව්‍ය දෙක පවතී. එහෙත් එම කාණ්ඩයේම තිබෙන කාබන් (C), ටින් (Sn), ලෙඩ් (Pb) යන මූලද්‍රව්‍ය අර්ධසන්නායක ලෙස ගණන් නොගැනේ (ඒ කියන්නේ 4 වැනි කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය (සියල්ල) අර්ධසන්නායක වේ යනුවෙන් කිව නොහැකියි). ඔබ දන්නවා ටින් හා ලෙඩ්/ඊයම් යනු අර්ධසන්නායක නොව හොඳ සන්නායක බව. කාබන්හි විවිධ ස්වරූප ගණනාවක් ඇත (අඟුරු, දියමන්ති, ග්‍රැෆයිට්/මිනිරං, ග්‍රැෆීන්). ඉන් දියමන්ති ඉතා හොඳ පරිවාරකයක් වන අතර අනෙක් ස්වරූප බොහෝවිට සන්නායක වේ. මේ අතරිනුත් ග්‍රැෆීන් යනු දැනට ලෝකයේ තිබෙන ඉතා හොඳම වර්ගයේ සන්නායකය බව සොයා ගෙන ඇති අතර, තවම ග්‍රැෆීන් තිබෙන්නේ පර්යේෂණ අවධියේය (නැනෝතාක්ෂණ ක්ෂේත්‍රය තුළ).

සිලිකන් හා ජර්මේනියම් යන මූලද්‍රව්‍ය දෙකට අර්ධසන්නායක ගුණ ලැබී තිබෙන්නේ එම පරමාණුවක ඉලෙක්ට්‍රෝන පිහිටා තිබෙන ආකාරය නිසාය. (ඔබ දන්නවා පරමාණුවක මධ්‍යයේ ඉතා කුඩා න්‍යෂ්ඨියක් තිබෙන අතර, එම න්‍යෂ්ඨියේ පවතින්නේ නියුට්‍රෝන හා ප්‍රෝටෝන පමණයි. එම න්‍යෂ්ඨිය වට කරගෙන ඉතා විශාල අවකාශයක ඉලෙක්ට්‍රෝන පවතිනවා. මෙම ඉලෙක්ට්‍රෝනද ඔහේ ගමන් නොකර, යම් ක්‍රමවත් රටාවකටයි න්‍යෂ්ඨිය වටා වේගයෙන් ගමන් කරන්නේ. මෙම ක්‍රමවත් රටාව "ශක්ති මට්ටම්" හා "කාක්ෂික" යනුවෙන් විද්‍යාවේදී හැඳින්වෙනවා.) මෙම අර්ධසන්නායක මූලද්‍රව්‍යවල අවසාන ශක්ති මට්ටමේ ඉලෙක්ට්‍රෝන 4 ක් තිබේ (පරමාණුවක ඉලෙක්ට්‍රෝන කොපමණ තිබුණත්, ඒවායේ රසායනික ගුණ හා බන්ධන ගැන කතා කිරීමේදී වැදගත් වන්නේ අවසාන ශක්ති මට්ටමේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන පමණි).



මෙම ඉලෙක්ට්‍රෝන 4 පහත රූපයේ ආකාරයට තමන්ගේම වර්ගයේ පරමාණු සමග සහසංයුජ බන්ධන ලෙස හැඳින්වෙන රසායනික බන්ධන සාදනවා (සහසංයුජ බන්ධන යනු යම් පරමාණු දෙකක් එක් එක් පරමාණුවකින් ඉලෙක්ට්‍රෝනය බැගින් ඉලෙක්ට්‍රෝන දෙක හවුලේ තබා ගැනීමයි; එවිට පරමාණු දෙකටම දැනෙන්නේ එම ඉලෙක්ට්‍රෝන දෙක තමන්ගේ බව; එහෙත් ඇත්තටම එම ඉලෙක්ට්‍රෝන දෙකම එම පරමාණු දෙකටම එකසේ අයිතියි දැන්). මේ ලෙසට අර්ධසන්නායක පරමාණුවේ ඉලෙක්ට්‍රෝන 4 තවත් එවැනිම අර්ධසන්නායක පරමාණු 4 ක් සමග බන්ධන 4 ක් පහත රූපයේ (a) ආකාරයට සාදනවා. මෙම රූපයම සරලව (b) ආකාරයෙන්ද දැක්විය හැකියි.



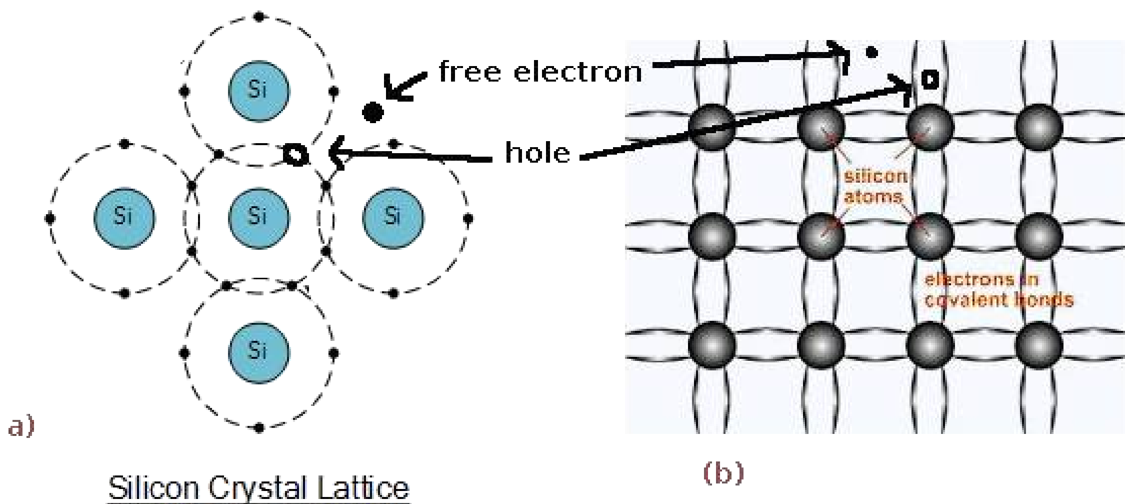


(b)

මෙවැනි ක්‍රමවත් පරමාණුක ව්‍යුවහයක් දැලිස (lattice) ලෙස හැඳින්වෙනවා. පැහැදිලිව පෙනෙනවා මෙම ලැටිස් එක තුළ සියලුම (අවසන් ශක්ති මට්ටමේ ඇති) ඉලෙක්ට්‍රෝන සහසංයුජ බන්ධනවලට දායක වී ඇති බව. ඒ කියන්නේ ලැටිස් එක තුළ බන්ධනවලට සහභාගී නොවූ ඉලෙක්ට්‍රෝන කිසිවක් මෙහි පෙනෙන්නට නැහැ (එනම්, "ඉබාගාතේ ඔහේ එහා මෙහා යා හැකි" ඉලෙක්ට්‍රෝන මේ තුළ නැහැ). මෙලෙස ඉබාගාතේ එහා මෙහා යා හැකි ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට **මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන (free electrons)** යන නම භාවිතා කෙරෙනවා. යම් තැනක මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන/අයන තිබුණොත් පමණි

විදුලියක් ඒ තුළින් ගමන් කළ හැක්කේ (මොකද විදුලිය කියා කියන්නේද එලෙස ඉලෙක්ට්‍රෝන ගමන් කිරීමම තමයි). ඉන් අදහස් වන්නේ ඉහත ජර්මේනියම් හා සිලිකන් ලැටිස් යනු ඉතා හොඳ පරිවාරක බව නේද?

ඔව්. එහෙත් මෙහිදී යම් අපූරු දෙයක් සිදු වෙනවා. එනම්, ඕනෑම බන්ධනයක යම් බන්ධන ශක්තියක් ඇත. එම ශක්තියට සමාන හෝ වැඩි ශක්තියක් පිටතින් ලබා දුන් විට එම බන්ධනය කැඩී යනවා. මෙම පිටතින් ලබා දෙන ශක්තිය තාපය, විකිරණය, ආලෝකය, හෝ චාලක ශක්තිය විය හැකියි. අප ජීවත්වන පරිසරයේ ස්වාභාවිකව පවතින උෂ්ණත්වයක් තිබෙනවා (උෂ්ණත්වයක් තිබෙනවා යනු එතැන තාප ශක්තියක පවතිනවා යන්නයි). උදාහරණයක් ලෙස, සාමාන්‍යයෙන් ලංකාවේ පරිසර උෂ්ණත්වය සෙල්සියස් අංශක 27 ක් පමණ වෙනවා. ඒ කියන්නේ පරිසරයේ නිතැතින්ම හැම විටම යම් පැතිරී ගිය ශක්තියක් තිබෙනවා තාපය ලෙස. මෙන්න මෙම තාපය ප්‍රමාණවත් සිලිකන් හා ජර්මේනියම්වල සහසංයුජ බන්ධනවලින් යම් ප්‍රමාණයක් කඩා දමන්නට තරම්. සියලුම හෝ ඉතා වැඩි ප්‍රමාණයක සහසංයුජ බන්ධන බිඳ දැමුවේ නම්, එතැන ඇති වන්නේ සන්නායකයකි (එම කාණ්ඩයේ ටින්, ලෙඩ් යන මූලද්‍රව්‍ය දෙකට සිදු වී තිබෙන්නේ එයයි). එහෙත් බන්ධන සුලු ප්‍රමාණයක් පමණක් කැඩුණු නිසා, මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන සුලු ප්‍රමාණයක් ඇති වේ. මෙම සුලු ප්‍රමාණය නිසා සන්නායකතාවද සුලු වශයෙන් පවතින නිසා තමයි අර්ධසන්නායක යනුවෙන් ඒවාට පවසන්නේ.



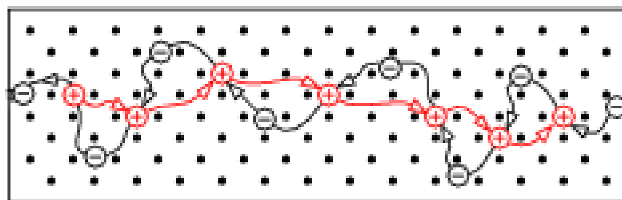
Silicon Crystal Lattice

බන්ධනයක් කැඩී ගිය විට ඉහත සඳහන් කළ ආකාරයටම එම බන්ධනයට හවුල් වූ ඉලෙක්ට්‍රෝන නිදහස් (මුක්ත) වේ. එහෙත් ඉලෙක්ට්‍රෝන නැතිව එම බන්ධනය තිබූ ස්ථානය තවදුරටත් එලෙසම පවතිනවා සේ සිතිය හැකියි. එනම්, දැන් එතැන ඇත්තේ ඉලෙක්ට්‍රෝන හිඟතාවකි. එම ඉලෙක්ට්‍රෝන හිඟ ස්ථානය **සිදුරක් (hole)** ලෙස හැඳින්වෙනවා. සිදුරක් හැමවිටම බලන්නේ කොහෙන් හෝ ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් ආකර්ෂණය කර එම සිදුර වසා දැමීමටයි. ඉතිං දැනට මුක්තව තිබෙන ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් ලබාගෙන සෑම සිදුරක්ම වසා ගන්නවා. ඒ කියන්නේ මෙය එක්තරා විදියක ක්‍රීඩාවක් වගෙයි දැන්. තාපය/ශක්තිය නිසා අඛණ්ඩවය මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන සෑදෙන අතරම, සිදුරු විසින් අඛණ්ඩව මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන ආකර්ෂණය කරගෙන මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන ගණන අඩු කරනවා. මෙම එකිනෙකට විරුද්ධව පවතින (ප්‍රත්‍යාවර්ත) ක්‍රියාවලි දෙක සමබර වන අවස්ථාවක්

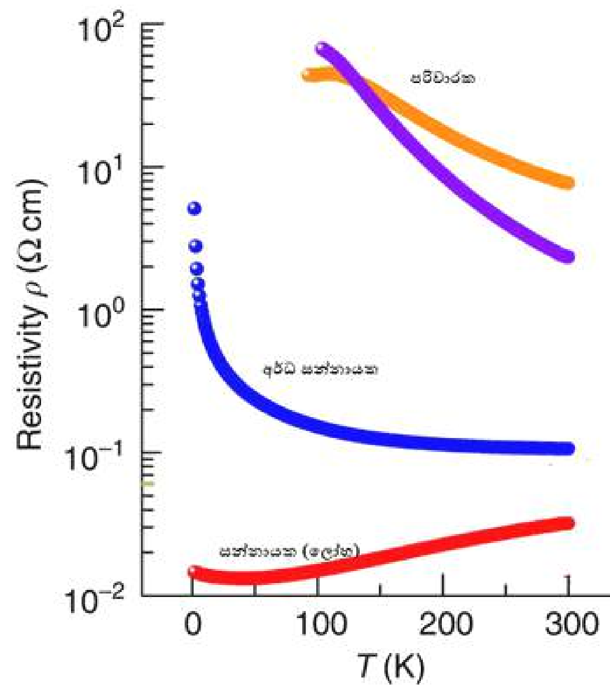
පවතිනවා. ඒ කියන්නේ ඕනෑම මොහොතක අර්ධසන්නායකයක ක්‍රියාකාරී (මුක්ත) ඉලෙක්ට්‍රෝන හා සිදුරු යන දෙකම පවතිනවා.

ඉලෙක්ට්‍රෝන ගමන් කිරීම හා ඉලෙක්ට්‍රෝන ගමන් කිරීම නිසා විදුලිය සම්ප්‍රේෂණය වීම ඔබට පහසුවෙන් සිතාගත හැකියිනෙ. එලෙසම සිදුරු ගැනත් සිතිය යුතුයි. සමහරෙකුට එය එකවර තේරුම් ගැනීමට අපහසු විය හැකියි. කෙසේ වෙතත්, සිදුරු යනුද ඉලෙක්ට්‍රෝන මෙන්ම විදුලිය සම්ප්‍රේෂණය කරන තවත් "අංශු" විශේෂයක් ලෙස සැලකුවාට වරදක් නැත. ඇත්තටම සිදුරු යනුද වක්‍රාකාරයෙන්ම ඉලෙක්ට්‍රෝනම තමයි. ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් හිඟ ස්ථානයක්නෙ සිදුරක් කියන්නෙ. ඔබ දන්නවා ඉලෙක්ට්‍රෝනවල ආරෝපණය ඍණයි. එවිට, ඉලෙක්ට්‍රෝන හිඟවීමක් සැලකීමට සිදු වන්නේ ධණ කියාය. ඒ කියන්නේ සිදුරු යනු ධණ ආරෝපිත අංශුවක් ලෙස සිතීමට පුරුදු වන්න.

සිදුරුද ගමන් කරනවා ඉලෙක්ට්‍රෝන සේම. එය තේරුම්ගත යුත්තේ මෙසේය. අර්ධසන්නායක දැලිසේ යම් තැනක සිදුරක් තිබෙනවා යැයි සිතන්න. එම සිදුර වසා ගන්නවා යම් තැනක තිබූ මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝනයකින්. මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන ජනනය හා සිදුරු වැසීම සමබරව සිදුවන නිසා (ඉහත විස්තර කළ ලෙස), එහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස, අර මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝනය වෙනුවට තවත් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් මුක්ත වෙනවා (ජනනය වෙනවා). ඉතිං ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් මුක්ත වෙනවා යනු, නව සිදුරක් ඇති වෙනවා යන්නයි. එය අපට සිතිය හැකියි අර වැසී ගිය සිදුර අලුත් සිදුර ඇති වූ තැනට විතැන් වීමක් (ගමන් කිරීමක්) ලෙස. පහත රූපයේ රතු පාටින් දැක්වෙන්නේ සිදුර ගමන් කරන ආකාරයයි. එහෙත් එහි කලු පාටින් පෙන්වා තිබෙනවා එසේ සිදුරු ගමන් කරනවා යැයි අපට දැනෙන්නට නම් ඇත්තටම ඉලෙක්ට්‍රෝන ගමන් කරන ආකාරය සිදුරෙන් සිදුරට.



සන්නායකතාව සුලු වශයෙන් පැවතීම අර්ධසන්නායකවල එක් ගුණයක් පමණි. එහි තවත් ගුණයක් වන්නේ තාපය (හෝ වෙනත් සුදුසු ශක්තියක්) ඊට ලබා දෙන විට, එම සන්නායකතාව වේගයෙන් වැඩි වීමයි (එනම්, ප්‍රතිරෝධකතාව වේගයෙන් අඩු වේ). ඊට හේතුව වැඩි වැඩියෙන් මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන බිහිවීම බව ඔබට සිතාගත හැකියි නේද? සාමාන්‍යයෙන් සන්නායකවලදී සිදුවන්නේ එහි අනෙක් පැත්තයි; එනම්, තාපය/උෂ්ණත්වය වැඩි කරගෙන යන විට, සන්නායකතාව අඩු වේ. ඒ කියන්නේ අර්ධසනායකවලට ප්‍රතිරෝධකතා තාප සංගුණකය (temperature coefficient of resistance) ඍණ වන අතර, සන්නායකවල එය ධන වේ (පරිවාරකවලද ඍණ වේ).



අර්ධසන්නායකවල ඇති තවත් වැදගත්ම ලක්ෂණය නම්, එම ද්‍රව්‍යයකට තවත් යම් නිශ්චිත ද්‍රව්‍යයක් පිටතින් එකතු කළ විටද සන්නායකතාව වෙනස්වීමයි. මෙම පිටස්තර ද්‍රව්‍ය බොහෝවිට ආවර්තිතා වගුවේ iii කාණ්ඩයේ (බොරෝන්, ඇලුමිනියම්, ගැල්ලියම්, ඉන්ඩියම්) හෝ v කාණ්ඩයේ (නයිට්‍රජන්, පොස්පරස්, ආසනික්, ඇන්ටිමනි) මූලද්‍රව්‍ය වේ. මෙලෙස යම් පිටස්තර ද්‍රව්‍යයක් එකතු කර අපට අවශ්‍ය ප්‍රමාණයට ඉතා නිවැරදිව සන්නායකතාව සකස් කළ හැකියි. මෙලෙස පිටතින් එකතු කරන ද්‍රව්‍ය **අශුද්ධ ද්‍රව්‍ය (impurity)** ලෙස හැඳින්වෙන අතර, එලෙස ඉම්පියුරිටි එකතු කිරීමේ ක්‍රියාවලිය **මාත්‍රණය (doping)** ලෙස හැඳින්වේ. මාත්‍රණය කිරීමට පෙර පවතින "පිරිසිදු" අර්ධසන්නායක ද්‍රව්‍ය **නිසඟ අර්ධසන්නායක (intrinsic semiconductor)** ලෙස හැඳින්වෙන අතර, ඉම්පියුරිටි එකතු කළ පසු ලැබෙන අර්ධසන්නායක ද්‍රව්‍ය **බාහ්‍ය අර්ධසන්නායක (extrinsic semiconductor)** ලෙස හැඳින්වේ.

මුලදිත් පැවසූ ආකාරයටම ජර්මේනියම් හා සිලිකන් යන දෙකට අමතරව වෙනමම විශේෂිත ආකාරවලට සකස් කරගත් අර්ධසන්නායකද පවතිනවා. මේවා තනි මූලද්‍රව්‍ය නොව මූලද්‍රව්‍ය කිහිපයක් එකතු කොට සාදාගත් සංයෝග වේ. එනිසා සිලිකන්, ජර්මේනියම් යන දෙක "මූලද්‍රව්‍ය අර්ධසන්නාය" (element semiconductor) ලෙස හැඳින්විය හැකි අතර, අනෙක් විශේෂ ආකාර **"සංයෝග අර්ධසන්නායක" (compound semiconductor)** ලෙස හැඳින්විය හැකියි. සිලිකන් කාබයිඩ් (Silicon Carbide), බොරෝන් නයිට්‍රයිඩ් (Boron Nitride), බොරෝන් ආසනයිඩ් (Boron Arsenide), Aluminum Nitride, Gallium Nitride, Gallium Phosphide, Gallium Arsenide, Cadmium Sulphide, Gallium Arsenide Phosphide, Indium Gallium Nitride ආදී වශයෙන් සිය ගණනක් වූ කම්පවුන්ඩ් සෙමිකන්ඩක්ටර් ඇත.

සටහන

කම්පවුන්ඩ් සෙමිකන්ඩක්ටර් කිහිපයක නම් බැලූ විට, ඔබට එහි යම් රටාවක් දක්නට ලැබේ (රසායන විද්‍යාව ගැන සුලු දැනුමක් හෝ තිබේ නම්). එනම් 4 වැනි කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය දෙකක් හෝ කිහිපයක් සංයෝග කළ හැකියි (උදා: කාබන් හා සිලිකන් → silicon carbide). 3 වැනි කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයක් සමග 5 වැනි කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යක් සංයෝග කළ හැකියි (උදා: ඇලුමිනියම් හා නයිට්‍රජන්, ඇලුමිනියම් හා ෆොස්ෆරස්, බොරෝන් හා නයිට්‍රජන්, ආදී ලෙස). 2 වැනි කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයක් සමග 6 වැනි කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යක් සංයෝග කළ හැකියි.

ආවර්තිතා වගුවේ d ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍ය බොහොමයක්මත් සාමාන්‍ය 2 හා 3 කාණ්ඩවල මූලද්‍රව්‍ය සේම හැසිරෙන නිසා, ඒවාද ඉහත ආකාරයට සංයෝග කළ හැකියි (උදා: සින්ක් සල්ෆයිඩ්). තවද, මූලද්‍රව්‍ය දෙකක් නොව, තුනක් හෝ හතරක් ආදි ලෙසද සංයෝග කළ හැකියි (උදා: ඉන්ඩියම් ගැල්ලියම් නයිට්‍රජන්). මේ ආකාරයට සිය ගණන් වූ සංයෝග අර්ධසන්නායක ද්‍රව්‍ය සාදා ගත හැකියි.

අර්ධසන්නායක සියල්ලම 100% ක්ම එකම ගතිගුණ පෙන්වන්නේ නැත. ඉම්පියුරිටි නොදමා ඇති විට (නිසඟ) සන්නායකතාව, මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන (හා සිදුරු) ගමන් කරන වේගය, බන්ධන ශක්තිය, ප්‍රතිරෝධකතා තාප සංගුණකය ආදිය එවැනි වැදගත් ගුණාංග වේ.

අර්ධසන්නාය යොදාගෙන ඉතා විශාල උපාංග ප්‍රමාණයක් නිපදවනවා. සූර්යකෝෂ, ඩයෝඩ, ට්‍රාන්සිස්ටර්, සිලිකන් කන්ට්‍රෝල්ඩ් උපාංග, පෙල්ටියර් මොඩියුල්ස්, එල්ඊඩී, විවිධාකාරයේ සෙන්සර් (සංවේදක) මේ අතර වේ. මේ එක් එක් උපාංගයක් සඳහා විවිධ අර්ධසන්නායක ගුණ අවශ්‍ය වේ. උදාහරණයක් ලෙස, රතුපාට නිකුත් කරන LED සඳහා ගැලියම් ෆොස්ෆයිඩ් යොදා ගත හැකි අතර, නිල් ආලෝකය නිකුත් කරන LED සෑදීමට නම් සින්ක් සෙලිනයිඩ් යොදා ගත හැකියි. දැනට පවතින සූර්යකෝෂවලින් ඊට ලැබෙන සූර්යාලෝක ශක්තියෙන් 30% ටත් අඩු ප්‍රමාණයක් තමයි විදුලි ශක්තිය බවට පරිවර්තනය කරන්නේ. ඉතිං විද්‍යාඥයින් දැනටත් පර්යේෂණ කරනවා එම අගය තවත් ඉහළ දැමීමට හැකි අර්ධසන්නායක (හෝ වෙනත්) ද්‍රව්‍යයක් නිපදවීමට. ඒ කියන්නේ සංයෝග අර්ධසන්නායක ද්‍රව්‍ය ක්ෂේත්‍රය වේගයෙන් දියුණු වන්නක්.

විවිධ උපාංග සඳහා අර්ධසන්නායක යොදා ගන්නා නිසා, ඒ සියල්ල ගැනම පොදුවේ කරුණු දැක්වීමට නොහැකියි. එනිසා, මෙතැන් සිට ඩයෝඩ, ට්‍රාන්සිස්ටර්, අයිසී වලට අදාලව අර්ධසන්නායක ගැන කතා කෙරෙනු ඇත.

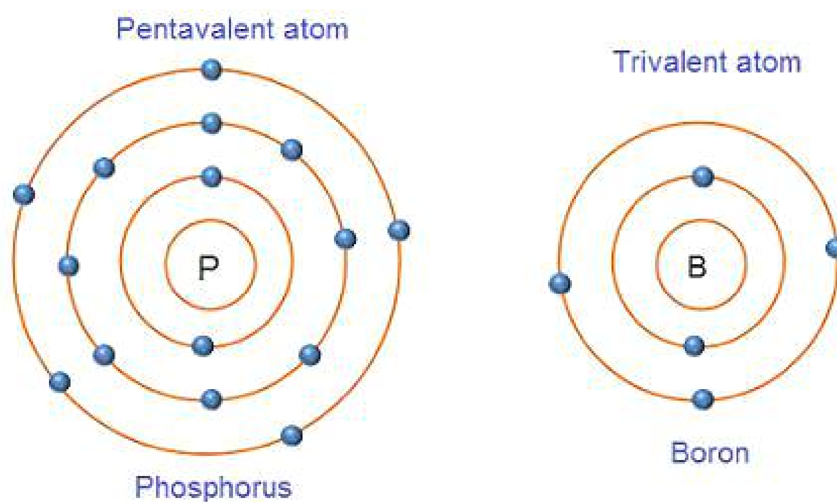
මාත්‍රණය

මූලද්‍රව්‍ය හෝ සංයෝග ස්වරූපයෙන් පවතින නිසඟ අර්ධසන්නායක පළමුව ඉතා පිරිසිදු මට්ටමින් තිබිය යුතුය. ඒ කියන්නේ වෙනත් මූලද්‍රව්‍ය පරමාණු ඒ තුල නොතිබිය යුතුය. මෙම පිරිසිදු කරන ක්‍රියාවලියද වියදම් සහගතයි.

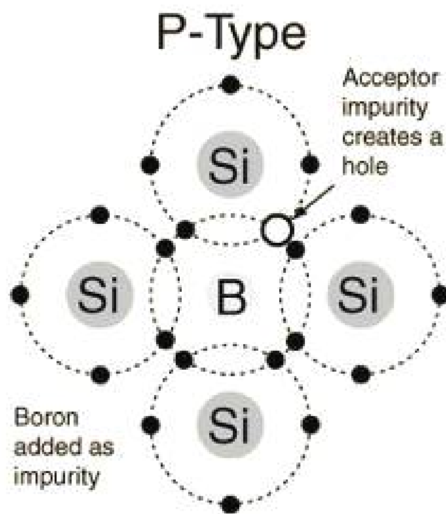


මෙලෙස පිරිසුදු කරගත් අර්ධසන්නායක කෙලින්ම අපට ප්‍රයෝජනයට ගත නොහැකියි. මේවාට පිටතින් ඉම්පියුරිටි එකතු කළ යුතුය. මෙමඟින් හැකි වෙනවා නිසඟ අර්ධසන්නායකවල පවතින ගුණ වෙනස් කරන්නට. විශේෂයෙන් සන්නායකතාව යන ගුණය වෙනස් වෙනවා. එකතු කරන ඉම්පියුරිටි ප්‍රතිශතය අනුව මෙම වෙනස්වීමේ ප්‍රමාණය තීරණය වෙනවා. ඇත්තටම ඉම්පියුරිටි එකතු කරන්නේ ඉතාම ස්වල්ප ප්‍රමාණයකින් (එය ප්‍රතිශතයක් ලෙස හෝ parts per million (PPM) ක්‍රමයෙන් දැක්විය හැකියි).

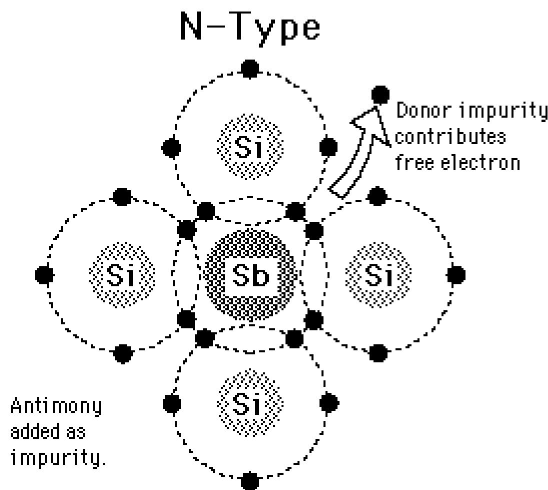
මාත්‍රණය කළ පසු අපට දෙවර්ගයක අර්ධසන්නායක හමු වෙනවා. ඉන් එකක් **p-type** (p වර්ගය) කියාද, අනෙක් වර්ගය **n-type** (n වර්ගය) කියාද හැඳින්වෙනවා. පීද එන්ද කියා තීරණය කරන්නේ එකතු කරන ඉම්පියුරිටි ද්‍රව්‍යයි. එය තීරණය කිරීම ඉතාම පහසුයි. එකතු කරන්නේ iii වැනි කාණ්ඩයේ ඉම්පියුරිටි ද්‍රව්‍යයක් නම් හැමවිටම ලැබෙන්නේ p වර්ගයයි. එකතු කරන්නේ v වැනි කාණ්ඩයේ එකක් නම් හැමවිටම n වර්ගය ලැබේ. පහත රූපවලින් එය පැහැදිලි කළ හැකියි.



3 වැනි කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය පරමාණුවක (බෝරෝන් වැනි) අවසන් ශක්ති මට්ටමේ තිබෙන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝන 3 කි. එවැනි පරමාණුවක් ඉලෙක්ට්‍රෝන 4 ක් තිබෙන අර්ධසන්නායක පරමාණු දැලිසක් තුළට ගිය විට පහත රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට එක් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් මදි වෙනවා බන්ධනයක් සෑදීමට. ඒ කියන්නේ තාපයේ බලපෑම නිසා (ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් මුක්ත කිරීමෙන්) සෑදුණු සිදුරක් වෙනුවට ස්ථිර වශයෙන්ම සිදුරක් දැන් දැලිස තුළ පවතිනවා. සිදුරු යනු ධන ආරෝපිත යැයි සලකන නිසා, ස්ථිරවම මෙලෙස සිදුරු ඇති කළ නිසා දැන් මෙලෙස මාත්‍රණය කළ අර්ධසන්නායකය P වර්ගය ලෙස හැඳින්වෙනවා (p යනු positive (ධන) යන්නයි). ඉතිං බොරෝන් (හෝ වෙනත් 3 වැනි කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයක්) පරමාණු 100 ක් දැලිසට මාත්‍රණය වී ඇත් නම්, එවැනි සිදුරු 100 ක් ඇති වෙනවා. ඒ කියන්නේ මාත්‍රණය කරන ඉම්පියුරිටි ප්‍රමාණය මත ඇති කරන සිදුරු ගණන තීරණය වෙනවා. සිදුරු (හෝ ඉලෙක්ට්‍රෝන) ගණන මඟින් එම ද්‍රව්‍යයේ සන්නායකතාවද තීරණය වෙනවා. ඒ අනුව මාත්‍රණය මඟින් අර්ධසන්නායකයේ සන්නායකතාව අපට අවශ්‍ය අගයක් දක්වා වෙනස් කර ගත හැකියි ඉතාමත්ම නිවැරදිවම.



ඉහත කතා කළේ පී වර්ගය ගැනයි. දැන් V කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයක් (පොස්ෆරස්, ඇන්ටිමනි (Sb) වැනි) නිසඟ අර්ධසන්නායකයට මාත්‍රණය කළා යැයි සිතන්න. 5 වැනි කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය පරමාණුවක අවසන් ශක්ති මට්ටමේ ඉලෙක්ට්‍රෝන 5 ක් ඇත. මෙවැනි පරමාණුවක් පහත රූපයේ දැක්වෙන පරිදි නිසඟ අර්ධසන්නායක පරමාණු සමග බන්ධන සාදන විට, වැඩිපුර ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් ඉතිරි වේ. ඒ කියන්නේ බන්ධනවලට සහභාගී නොවන ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් දැන් ඇත. මෙම මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝනයද තාපය නිසා ඇති වූවක් නොව, මාත්‍රණය නිසා ඇති වූවකි. ඉලෙක්ට්‍රෝන යනු සෘණ නිසා, මෙම ද්‍රව්‍ය N වර්ගයේ අර්ධසන්නායක ලෙස හැඳින්වේ (N යනු Negative (සෘණ) යන්නයි).



පී වේවා එන් වේවා, මේ දෙවර්ගයෙහිම හැමවිටම ඉලෙක්ට්‍රෝන හා සිදුරු යන දෙකම එකවර පවතී. අර්ධසන්නායකයක් තුළ ඉලෙක්ට්‍රෝන හා සිදුරු යන දෙකම පොදුවේ ආරෝපන වාහක (charge carriers) යන නමින් හැඳින්වේ. නිසඟ අර්ධසන්නායකයක් තුළ හැමවිටම ඉලෙක්ට්‍රෝන ගණනට සමාන සිදුරු ගණනක් තිබිය යුතුය (මොකද තාපය නිසා මුක්ත වන සෑම ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් විසින්ම සිදුරක් සාදන නිසා). එහෙත් පී හා එන් වර්ගවල අර්ධසන්නායකවල (එනම් භාහ්‍ය අර්ධසන්නායකවල) හැමවිටම ඉලෙක්ට්‍රෝන ගණනට වඩා සිදුරු ගණන වෙනස්ය.

පී වර්ගයේදී මාත්‍රණය නිසාම අලුතින් (වැඩිපුර) සිදුරු ප්‍රමාණයක් අර්ධසන්නායකය තුළ ඇති කරයි. එනිසා පී වර්ගයේ අර්ධසන්නායකයක් තුළ ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට වඩා වැඩියෙන් සිදුරු ඇත (පී ටයිප් කියා හඳුන්වන්නට හේතුවත් ඒකනෙ). එන් වර්ගයේදී සිදුරුවලට වඩා ඉලෙක්ට්‍රෝන වැඩියෙන් ඇත.

ප්‍රායෝගිකව අප නිසඟ අර්ධසන්නායක කෙලින්ම භාවිතයට නොගෙන භාහ්‍ය අර්ධසන්නායක යොදාගන්නා නිසා, මෙතැන් සිට අර්ධසන්නායක යන වචනයෙන් බොහෝවිට අදහස් කෙරෙන්නේ මෙලෙස මාත්‍රණය සිදු කළ භාහ්‍ය අර්ධසන්නායක බව මතක තබා ගන්න.

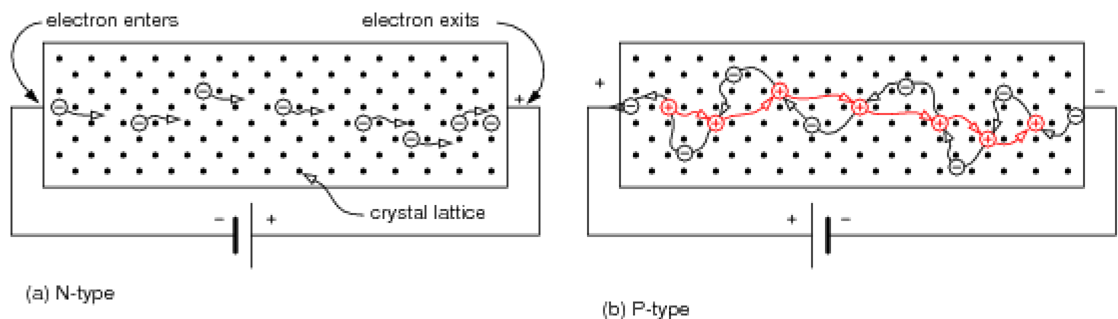
මේ අනුව අර්ධසන්නායකයක් තුළ දැන් දෙවර්ගයක ඉලෙක්ට්‍රෝන ඇත; එලෙසම දෙවර්ගයක සිදුරුද ඇත. එක් වර්ගයක් නම් තාපය නිසා හටගත් ඒවාය. අනෙක් වර්ගය නම් මාත්‍රණය නිසා ඇති වූ ඒවාය. සාමාන්‍යයෙන් තාපය නිසා හටගත් ආරෝපණ වාහක පවතින උෂ්ණත්වය (හා එවැනි පාරිසරික සාධක) අනුව වෙනස් විය හැකියි (මේ නිසා තමයි ට්‍රාන්සිස්ටර් ආදියට උෂ්ණත්වය වැඩිවීම විශාල ප්‍රශ්නයක් වන්නේ). එහෙත් මාත්‍රණය නිසා ඇති වූ වාහක පරිසර සාධක අනුව වෙනස් නොවේ. තවද, තාපය නිසා හටගත් වාහකවලට වඩා ඉතා වැඩි ප්‍රමාණයක් මාත්‍රණයෙන් ඇති කරන වාහක පවතී. එනිසා දැන් අපට මෙම වාහක වර්ග දෙක වෙන් වෙන්ව හඳුනාගත හැකියි. තාපය නිසා ඇතිවන ආරෝපන වාහක **"සුළුතර වාහක" (minority carriers)** ලෙසද, මාත්‍රණය නිසා ඇතිවන වාහක **"බහුතර වාහක" (majority carriers)** ලෙසත් හැඳින්වේ.

ඒ කියන්නේ, එන් ටයිප් අර්ධසන්නායකයක තාපය නිසා හටගත් ඉලෙක්ට්‍රෝන සුළුතර ඉලෙක්ට්‍රෝන/වාහකය වන අතර, මාත්‍රණය නිසා හටගත් ඉලෙක්ට්‍රෝන බහුතර ඉලෙක්ට්‍රෝන/වාහක වේ. එලෙසම, පී ටයිප් අර්ධසන්නායකයක තාපය නිසා හටගත් සිදුරු සුළුතර සිදුරු/වාහක ලෙස

හැඳින්වෙන අතර, මාත්‍රණය නිසා ඇති වූ සිදුරු බහුතර සිදුරු/වාහක වේ.

මෙය තමයි මාත්‍රණයේ නියම වටිනාකම. උෂ්ණත්වය නිසා සන්නායකතාව හා වෙනත් ගුණ වෙනස් වීම සර්කිට් නිර්මාණය කිරීමේදී හරිම කරදරයක්. උදාහරණයක් ලෙස සිතමු යම් සන්නායකයක මාත්‍රණයෙන් ඇති කළ වාහක 99% ක්ද, උෂ්ණත්වය නිසා ඉතිරි 1% ද ඇති වෙනවා කියා. ඉන් අදහස් කරන්නේ සන්නායකතාවේ 99% ක් පමණ රඳාපවතින්නේ බහුතර වාහක මත වන බවයි; සන්නායකතාවේ ඉතිරි 1% සුලුතර වාහක මත රඳා පවතී. මෙමඟින් අර්ධසන්නායක උෂ්ණත්වය මත එහි ගුණාංග වෙනස් කිරීම විශාල ලෙස අඩු වේ. එහෙත් අවාසනාවකට මෙන් තවමත් සුලු ප්‍රමාණයෙන් හෝ සුලුතර වාහකවල ක්‍රියාකාරිත්වය තිබෙන නිසා, තවමත් එම උපාංගවලට උෂ්ණත්වය බලපානවා (එනිසා තවමත් පරිපථ සැලසුම් කරන විට, උෂ්ණත්වය සැලකිල්ලට ගැනීමට සිදු වේ).

පී හෝ එන් ටයිප් අර්ධසන්නායක කැබැල්ලක් ගෙන ඊට විදුලි විභවයක් යෙදූ විට, විදුලියක් සන්නයනය වේ. එන් ටයිප් අර්ධසන්නායක කැබැල්ලක් නම් සවිකර තිබෙන්නේ, බැටරියේ සෘණ අග්‍රයේ සිට ඉලෙක්ට්‍රෝන එන් සන්නායකයට ලැබෙන අතර, එම ඉලෙක්ට්‍රෝන අර්ධසන්නායකය දිගේ ගමන් කොට බැටරියේ ධන අග්‍රයට නැවත පැමිණේ. එන් ටයිප් සෙමිකන්ඩක්ටරයේද බහුතර වාහකය ඉලෙක්ට්‍රෝන බැවින් මෙය පහසුවෙන් සිදු වේ. ඒ කියන්නේ බැටරියේ සෘණ අග්‍රයේ සිට බැටරියේ ධන අග්‍රය දක්වා ඉලෙක්ට්‍රෝන ධාරාවක් ගලා ගියා. මෙය විදුලි ධාරාවයි. එහෙත් සම්මත ධාරාව යනු හැමවිටම ධන අග්‍රයේ සිට සෘණ අග්‍රය දක්වා ධන ආරෝපිත අංශු ගමන් කිරීමක් කියා සිතන නිසා, ඉහත සෘණ අග්‍රයේ සිට ධන අග්‍රය දක්වා ඉලෙක්ට්‍රෝන ගමන් කිරීමම ධන අග්‍රයේ සිට සෘණ අග්‍රය දක්වා (ධන ආරෝපණ ගමන් කළ) සම්මත ධාරාවක් ගලා ගියා සේ සිතිය හැකියි.



දැන් පී ටයිප් අර්ධසන්නායකයක් සවි කර ඇතැයි සිතමු. එවිට බැටරියේ ධන අග්‍රයේ සිට සෘණ අග්‍රය දක්වා ධන ආරෝපිත අංශු (සිදුරු) ගලා යයි. මෙය සම්මත ධාරාව ලෙසම සැලකිය හැකියිනෙ. එහෙත් ඔබ අසාවි බැටරියෙන් කොහොමද සිදුරු පිටවන්නේ කියා මොකද බැටරියක තිබෙන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝන විතරයිනෙ. ඔව්, බැටරියේ සිදුරු නැත. සත්‍ය ලෙසම මෙහිදීද ගමන් කළේ ඉලෙක්ට්‍රෝනම තමයි. එනම් බැටරියේ සෘණ අග්‍රයේ සිට ධන අග්‍රය දක්වා ඉලෙක්ට්‍රෝන තමයි දැනුත් ගමන් කරන්නේ. එහෙත් අර්ධසන්නායකය තුළ සිදුවන ක්‍රියාවලියට අවධානය යොමු කරන්න. එහි ඕනෑ තරම් සිදුරු තිබේ. ඉතිං බැටරියේ සෘණ අග්‍රයෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන මෙම සිදුරු අධික අර්ධසන්නායකය තුළට ඇතුලු වන විට, බැටරියේ සෘණ අග්‍රය ආසන්නයේ පවතින සිදුරු විසින් බැටරියෙන් ඇතුලු කළ ඉලෙක්ට්‍රෝන ආකර්ෂණය කරගෙන තම සිදුරු වසා ගනී. මෙම සිදුවීම නිසා

පෙරත් සඳහන් කළ ආකාරයට, දැලිසේ වෙනත් තැනකින් එම සිදුරු නැවත මතු වේ. මෙම සම්පූර්ණ ක්‍රියාවලිය පිටතින් බැලූ විට පෙනෙන්නේ අර්ධසන්නායකය තුළ සිදුරු ධන අග්‍රයේ සිට ඍණ අග්‍රය දක්වා ගමන් කළ බවයි (ඉහත b රූපය).

ඉලෙක්ට්‍රෝන හෝ සිදුරු හෝ ගමන් කරන්නේ යම් වේගයකින් වන අතර එම වේගය වාහකයේ (එනම් සිදුරේ හෝ ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ) **ප්ලාවිත වේගය (drift velocity)** ලෙස හැඳින්වේ. එය ඉතාම කුඩා වේගයකි.

සටහන

අර්ධසන්නායක තුළින් පමණක් නොව, ඕනෑම සන්නායකයක් තුළින් ආරෝපණයක් ගමන් කරන්නේ මෙම ප්ලාවිත වේගයෙනි. මෙම වේගය, ගමන් කරන ආරෝපිත අංශුවේ ප්‍රමාණය හා ස්වභාවය මතද, සන්නායකයේ ස්වභාවය මතද තීරණය වෙනවා. ඒ කෙසේ වෙතත් මෙම වේගය ඉතාම කුඩාය (තත්පරයට මිලිමීටරයකටත් අඩු). මෙවැනි කුඩා වේගයකින් නම් විදුලිය ගමන් කරන්නේ කොහොමද විශාල දුරකට විදුලිය ක්ෂණිකව ගමන් කරන්නේ?

ඊට හේතුව මෙයයි. විදුලිය ගමන් කරන විට, තනි තනි ඉලෙක්ට්‍රෝනය හෝ ආරෝපණය ගැන සැලකිල්ලක් දක්වන්නේ නැත (ඇත්තටම ක්වන්ටම් විද්‍යාව අනුව, එක් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් තවත් ඉලෙක්ට්‍රෝනයකට සර්වසමයි එහි ගතිගුණවලින් (indistinguishable particles)). යම් සන්නායකයක් කොතරම් දිග වුවත්, එහි දෙපසට වෝල්ටියතාවක් (හෝ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක්) ලබා දුන් විගස, එහි එක් කෙලවරකින් ආරෝපණ ඇතුලු වන අතර, අනෙක් කෙළවරින් ආරෝපණ ඇතුලු වූ වේගයෙන්ම ඉවත් වේ. එය හරියට දැනටමත් වතුර පිරී ඇති වතුර හෝස් එකක් පයිප්පයකට සවි කළා වගේය (පයිප්පය ඇරපු ගමන් හෝස් එකෙන් වතුර එන අතර, එසේ එලියට ආවේ හෝස් එකේ දැනටමත් කට ළඟ තිබූ වතුර මිස පයිප්පයෙන් මේ දැන් ඇතුලු වූ වතුර නොවේ; මේ දැන් ඇතුලු වූ වතුර එලියට එන්නට තවත් කාලයක් ගත වේවි හෝස් එකේ දිග අනුව). එනිසයි විදුලියට ආලෝකයේ වේගයට සමාන වේගයක් ඇතැයි කියන්නේ. විදුලිය ප්‍රායෝගිකව එතරම් වේගයකින් ගමන් කරනවා සේ පෙනෙන්නේ තනි තනි ආරෝපණය ගැන සැලකිලිමත් වී නොව, සමස්ත ආරෝපණ/ඉලෙක්ට්‍රෝන සැලකිල්ලට ගෙනයි.

උදාහරණයක් වශයෙන් ප්ලාවිත ප්‍රවේගය තත්පරයට මිලිමීටර් 1 නම්, කිලෝමීටර් 1000 ක් දිග වයරයක් දිගේ එම ඉලෙක්ට්‍රෝනය එක් අග්‍රයක සිට අනෙක් අග්‍රය දක්වා ගමන් කිරීමට අවුරුදු 31 ක් පමණ යාවි ($((1000x1000x10000\ mm)/1mmS^{-1}))/(60x60x24x365)$). එහෙත් අපට කිසිම ප්‍රශ්නයක් නැහැ එම ඉලෙක්ට්‍රෝනයට කොතරම් කාලයක් ගියත් මොකද අවසාන වශයෙන් සන්නායකයේ තිබෙන සියලු ඉලෙක්ට්‍රෝන එකට ක්‍රියාකර විදුලිය ක්ෂණිකව එක් අග්‍රයක සිට අනෙක් අග්‍රයට යොමු කරවනවා.

ඇත්තටම ඉහත විස්තරයත් ගැලපෙන්නේ ඩීසී විදුලියක් සඳහා පමණි. ඩීසී විදුලියකදී ඉලෙක්ට්‍රෝන/ආරෝපන එකම දිශාවකට ගමන් කරනවා ඉහත විස්තර කළ ලෙසට. එහෙත් ඒසී විදුලියකදී තත්වය වෙනස් වෙනවා. ඒසී විදුලියකදී යම් කාලයක් ඉලෙක්ට්‍රෝන යම් දිශාවකට ප්ලාවිත වෙනවා. ඉන්පසු ඊට සමාන කාලයකදී එම ඉලෙක්ට්‍රෝනම ආපසු දිශාවට ප්ලාවිත වෙනවා. ඒ කියන්නේ මුලින් ගිහිපු දුර ආපස්සට යනවා. දැන් ඒසී විදුලියේ එක් තරංගයකදී ඉලෙක්ට්‍රෝනවල මුලු ගමන් කළ දුර බිංදුවයි. ඒ කියන්නේ ඒසී විදුලියකදී ඉලෙක්ට්‍රෝන කිසිම දුරක් ගමන් කරන්නේ නැත.

සිදු වන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝන එක තැන සිට ඉදිරියට පසුපසට පැද්දීම/කම්පනය වීම පමණි. එහෙත් මෙහිදීද සමස්ථ ආරෝපනයේම ක්‍රියාකාරිත්වය මිස තනි තනි ආරෝපණය ගැන සැලකිලිමත් නොවන නිසා, පෙර විස්තර කළ පරිදිම සන්නායකය කොතරම් දිග වුවත් විදුලිය ක්ෂණිකවම එක් කෙලවරක සිට අනෙක් කෙලවර දක්වා ගමන් කළ බව පෙනෙනවා.

ආරෝපණයක් කොතරම් වේගයකින් ප්ලාවිත වෙනවාද යන්න පැහැදිලි කිරීමට ආරෝපණ වාහකයේ **"සචලතාව" (mobility)** යනුවෙන්ද ගුණයක් අර්ථ දක්වා තිබෙනවා. ඒ කියන්නේ යම් ආරෝපණ වාහකයක සචලතාව වැඩි නම්, එම ආරෝපණ වාහකය යම් විදුලි ක්ෂේත්‍රයකට ලක් කළ විට, වැඩි ප්ලාවිත වේගයකින් ගමන් කරනවා. සචලතාව (μ), ප්ලාවිත ප්‍රවේගය (v), හා විදුලි ක්ෂේත්‍රය (E) (විදුලි ක්ෂේත්‍රය මීටරයට වෝල්ට් යන ඒකකයෙන් මැනේ) අතර පහත සූත්‍රයෙන් පෙන්වන ආකාරයේ සම්බන්ධතාවක් ඇත.

ප්ලාවිත ප්‍රවේගය = සචලතාව x විද්‍යුත්-ක්ෂේත්‍රය $v = \mu E$

ඉලෙක්ට්‍රෝනවල සචලතාව සිදුරුවලට වඩා වැඩිය. තවද, ඉලෙක්ට්‍රෝනවල සචලතාව අයනවලට (ධන හා සෘණ අයන දෙවර්ගයම) වඩාද වැඩිය. සචලතාව වැඩි නිසා ඉලෙක්ට්‍රෝන වැඩිපුර ක්‍රියාත්මක වන අර්ධසන්නායකවල ක්‍රියාශීලිත්වය වැඩිය. එනිසා වේගවත් ක්‍රියාකාරිත්වයන් සහිත උපාංග සඳහා බහුලව යොදා ගන්නේ එන් ටයිප් අර්ධසන්නායකවලින් සෑදූ උපාංග වේ (උදාහරණ ලෙස, PNP ට්‍රාන්සිස්ටර්වලට වඩා NPN ට්‍රාන්සිස්ටර් වේගවත්ය).

පී හා එන් ටයිප් සෙමිකන්ඩක්ටර් විවිධ ප්‍රමාණවලින් මාත්‍රණය කළ හැකි බව ඔබ දන්නවා. සුලු වශයෙන් මාත්‍රණය කරපු සෙමිකන්ඩක්ටර් තමයි බහුලවම භාවිතා වෙන්නේ (ඉලෙක්ට්‍රෝනික උපාංග සෑදීම සඳහා). එහෙත් සමහර අවස්ථා තිබෙනවා විදුලිය සන්නයනය කිරීම සඳහාද (එනම් විදුලි සන්නායක වයර් මෙන්) සෙමිකන්ඩක්ටර් භාවිතා වෙනවා (විශේෂයෙන් අයිසී තුළ විදුලිය ගමන් කරවන්නේ සෙමිකන්ඩක්ටර්වලින් සෑදූ විදුලි මාර්ග ඔස්සේය). මෙම අරමුණින් සැකසූ සෙමිකන්ඩක්ටර්වල මාත්‍රණ මට්ටම තරමක් වැඩියි (එනම්, වැඩිපුර ඉම්පියුරිටි එකතු කර ඇත).

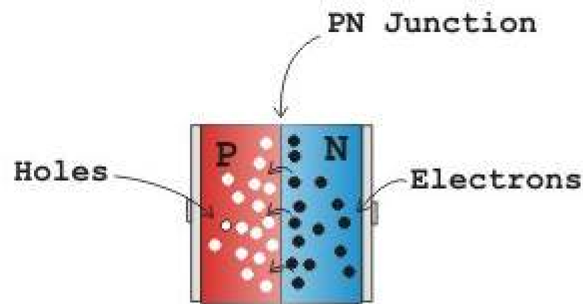
සමහරවිට, එකම උපාංගය තුළම මට්ටම් දෙකකින් (හෝ කිහිපයකින්) මාත්‍රණය කළ සෙමිකන්ඩක්ටර් තිබෙන්නට හැකියි. මෙවැනි අවස්ථාවක ඒ අවස්ථා දෙක වෙන් වෙන්ව හැඳින්වීමට ක්‍රමයක් සම්මත කරගෙන ඇත. අඩු මාත්‍රණය සහිත අවස්ථාව p^- හෝ n^- ලෙසද, වැඩි මාත්‍රණය සහිත අවස්ථාව p^+ හෝ n^+ ලෙසද දක්වනවා.

දැන් අපට P හා N ලෙස අර්ධසන්නායක දෙකක් ඇත. මෙම පී හා එන් අර්ධසන්නායක එක් එක් ආකාරවලින් සම්බන්ධ කිරීමෙන් තමයි ඩයෝඩ, ට්‍රාන්සිස්ටර් ආදී වැදගත් උපාංග සාදා ගන්නේ. මේ සියල්ලටම පෙර, P-N සන්ධි ගැන දැන ගෙන සිටීම වැදගත්.

P-N සන්ධිය

පී වර්ගයේ අර්ධසන්නායක කැබැල්ලකුත් එන් වර්ගයේ අර්ධසන්නායක කැබැල්ලකුත් පහත රූපයේ ආකාරයට එකිනෙකට ස්පර්ශව තැබූ විට පී එන් සන්ධියක් (PN junction) සෑදේ. බැලූ බැල්මට නිකංම පී කැබැල්ලකුත් එන් කැබැල්ලකුත් ගෙන එකිනෙකට ළඟින් තබා ඇතැයි සිතුවත්, ඇත්තටම පී එන් සන්ධිය නිර්මාණය කරන්නේ එකම නිසඟ අර්ධසන්නායක කැබැල්ලක එක් පැත්තක් පී වන

පරිදි මාත්‍රණය කර හා අනෙක් පස එන් වන පරිදි මාත්‍රණය කිරීමෙනි (යම් දණ්ඩක අඩක් එක් වර්ණයකින්ද අනෙක් අඩ තවත් වර්ණයකින්ද පාට කරනවා වැනි වැඩකි).



ඇත්තෙන්ම මෙම ප්‍රකාශයද එතරම්ම නිවැරදි නොවන්නට පුලුවන් මොකද ප්‍රායෝගිකව මෙම සන්ධි මීටත් වෙනස් ආකාරවලින් සාදන නිසා. උදාහරණයක් ලෙස, පළමුව නිසඟ අර්ධසන්නායක කැබැල්ල සම්පූර්ණයෙන්ම පී ආකාරය බවට පත් කර, ඉන්පසු ඉන් එක් පැත්තක් නැවත එන් ආකාරය බවට පත් කිරීම සඳහා මාත්‍රණය සිදු කරනවා (මෙය හරියට යම් දණ්ඩක් පළමුව සම්පූර්ණයෙන්ම එක් වර්ණයකින් පාට කර, ඉන්පසු තවත් වර්ණයකින් එම දණ්ඩෙන් අඩක් පාට කරනවා වැනිය).

පීඑන් සන්ධියක අපූරු ක්‍රියාකාරිත්වයක් පවතිනවා. පී කැබැල්ලේ වැඩිපුර තිබෙන්නේ ධන ආරෝපිත සිදුරු වේ (ඊට අමතරව සුලුතර වාහකය වන ඉලෙක්ට්‍රෝනද තිබෙන බව ඔබ දැන් දන්නවා). එලෙසම එන් කැබැල්ලේ වැඩිපුර තිබෙන්නේ සෘණ ආරෝපිත ඉලෙක්ට්‍රෝන වේ (ඊට අමතරව සුලුතර වාහකය වන සිදුරුද තිබෙනවා). පී කැබැල්ලේ සිදුරු වැඩිපුර තිබුණත් එය තවමත් උදාසීනයි (neutral). සිදුරු වැඩිපුර ඇතත් එම පී කැබැල්ලේ ඇති සෑම පරමාණුවකම සමාන ප්‍රෝටෝන හා ඉලෙක්ට්‍රෝන ගණනක් තවමත් තිබෙනවා (ඔබ දන්නවා උදාසීන නොවන්නේ ප්‍රෝටෝන ගණන හා ඉලෙක්ට්‍රෝන ගණන අසමාන වූ විට පමණයි). එලෙසම එන් කැබැල්ලත් උදාසීනයි.

සමහරෙකුට තවමත් බාහ්‍ය අර්ධසන්නායක උදාසීන බව තේරුම් ගැනීමට අපහසු විය හැකියි. ඊට හේතුව වැඩිපුර ඉලෙක්ට්‍රෝන හෝ සිදුරු පැවතීමයි උදාසීනබවයි පටලවා ගැනීමයි. මෙහෙම තර්ක කර බලන්න. සෑම මූලද්‍රව්‍ය පරමාණුවකම ප්‍රෝටෝන ගණනට සමාන ඉලෙක්ට්‍රෝන ගණනක් තිබෙන විට, ඒවා උදාසීන යැයි සලකනවානෙ. මාත්‍රණය කිරීමට පෙර තිබූ නිසඟ අර්ධසන්නායකය මෙන්ම ඉම්පියුරිටි (ඩෝපිං ක්‍රියාවලියට සහභාගි වන්නා යන අරුතින් ඩෝපන්ට් (dopant) යනුවෙන්ද ඉම්පියුරිටි හැඳින්වෙනවා) උදාසීනයි. ඉතිං මාත්‍රණය කළ පසුද ලැබෙන්නේ උදාසීන සංයෝගයක්මයි. එම සංයෝගයෙන් (එනම් බාහ්‍ය අර්ධසන්නායකයෙන්) ඉලෙක්ට්‍රෝන ඉවත් කර දැමිය හැකි නම් හෝ ඊට ඉලෙක්ට්‍රෝන පිටතින් ගෙනත් දැමිය හැකි නම් පමණයි ඒවා උදාසීන බවින් ඉවත්ව ආරෝපිත බවට පත් වන්නේ. මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන යනු පිටතින් ගෙනත් දාපු ඒවා නොවේ; එම ද්‍රව්‍යයේම තිබූ ඉලෙක්ට්‍රෝන වේ. ඒ නිසා උදාසීනත්වයට කිසිදු වෙනසක් ඉන් ඇති නොවේ.

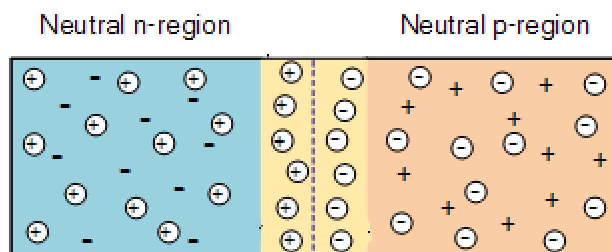
දැන් ඉහත රූපයේ ආකාරයට ඒ දෙක සන්ධි වී තිබෙන විට, ආරෝපණ වාහක ගමන් කරනවා. දෙයක් වැඩිපුර තිබෙන විට, එම වැඩිපුර තිබෙන ස්ථානයේ සිට අඩුවෙන් තිබෙන ස්ථානයට ඒ දෙය ගමන් කරනවා (එය හරියට පීඩන වෙනසක් වගේ හැසිරෙන්නේ). ඉතිං සිදුරු වැඩිපුර තිබෙන පී කැබැල්ලේ

සිට සිදුරු අඩුවෙන් තිබෙන එන් කැබැල්ලට සිදුරු ගමන් කිරීම අරඹනවා (විසරණය වෙනවා - diffuse). එලෙසම ඉලෙක්ට්‍රෝන වැඩිපුර තිබෙන එන් කැබැල්ලේ සිට ඉලෙක්ට්‍රෝන අඩුවෙන් තිබෙන පී කැබැල්ලට ඉලෙක්ට්‍රෝන විසරණය වෙනවා. ආරෝපණ ගමන් කිරීම විදුලි ධාරාවක් ලෙස සලකන නිසා, මෙම විසරණය වන ආරෝපණ ධාරාව **විසරණ විද්‍යුත් ධාරාව (diffusion current)** ලෙස හැඳින්වෙනවා (සම්මත ධාරාව මත පිහිටා කටයුතු කරන නිසා, නිවැරදිවම විසරණ ධාරාව අර්ථ දැක්විය යුත්තේ ධන ආරෝපණ ගමන් කිරීම ලෙසයි; එවිට විසරණ ධාරාවෙ දිශාව වන්නේ එම ධන ආරෝපණ ගමන් කරන දිශාවමයි; ඍණ ආරෝපණ හෙවත් ඉලෙක්ට්‍රෝන නම් ගමන් කරන්නේ, විසරණ ධාරාවේ දිශාව ලෙස සලකන්නේ එම ඉලෙක්ට්‍රෝන ගමන් කළ දිශාවට විරුද්ධ දිශාවයි). මෙම විසරණය නිසා තවත් සිදුවීම්/ප්‍රතිපල කිහිපයක් ඇති වෙනවා.

ඉලෙක්ට්‍රෝන හා සිදුරු යනු එකිනෙකට විරුද්ධ ආරෝපණ වාහක දෙකයි. එනිසා ඒ දෙක එකිනෙකට මුණ ගැහෙන විට උදාසීන වී යනවා ((+1) + (-1) = (0)). ඒ කියන්නේ එන් පැත්තේ සිට පී පැත්තට ඉලෙක්ට්‍රෝන ගමන් කොට, පී පැත්තේ බහුලවම ඇති සිදුරු වසා දමනවා. මෙය සැලකිය හැකියි උදාසීනව තිබූ පී පැත්තට දැන් පිටස්තරව පැමිණි ඉලෙක්ට්‍රෝන ඇවිත් තාවකාලිකව ලැඟුම් ගෙන සිටිනවා ලෙස. ඒ කියන්නේ දැන් පී කැබැල්ලේ තිබෙන ප්‍රෝටෝන ගණනට වඩා ඉලෙක්ට්‍රෝන ගණන වැඩියි. එනම්, මෙම විසරණ ක්‍රියාව නිසා පී කැබැල්ල ඍණ ආරෝපිත වෙනවා. පී කැබැල්ල දැන් උදාසීන නොවී ඍණ ආරෝපිත වූයේ ඊට පිටතින් (එනම් එන් කැබැල්ලේ සිට) ඉලෙක්ට්‍රෝන පැමිණි නිසා බව පහසුවෙන් තේරුම්ගත හැකියිනෙ.

මෙයම එන් කැබැල්ලටත් සිදු වෙනවා. එනම්, පී පැත්තේ සිට සිදුරු එන් කැබැල්ල වෙතට ගමන් කොට එහි ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන උරා ගන්නවා. එහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස එම පැත්තේ ඉලෙක්ට්‍රෝන අඩු වෙනවා. දැන් එන් පැත්තේ ඉලෙක්ට්‍රෝන ගණන ප්‍රෝටෝන ගණනට වඩා අඩු නිසා උදාසීනව තිබූ එන් කැබැල්ල ධන ආරෝපිත වෙනවා.

මුලදී එන් හා පී කැබැලි දෙකම තිබුණේ උදාසීනවයි. එහෙත් ඉහත සඳහන් කළ ආකාරයට ආරෝපණ වාහක විසරණය වීම නිසා එම කැබැලි දෙකම ආරෝපිත වූවා. කැබැලි දෙකම වෙන වෙනම සැලකූ විට, ඉහත පෙන්වා දුන් පරිදි ආරෝපිත වූවත්, කැබැලි දෙකම එකට සමස්ථයක් ලෙස සැලකූ විට, තවමත් එය උදාසීනයි (හරියට දකුණු පැත්තේ කලිසම් සාක්කුවේ තිබුණු සල්ලි වම් පැත්තේ සාක්කුවට දැම්මාට තමන් සතු මුලු මුදල වෙනස් නොවන්නා වාගේ). එන් පැත්තෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන පී පැත්තේද පී පැත්තේ සිදුරු එන් පැත්තේද තවමත් තිබෙනවා.

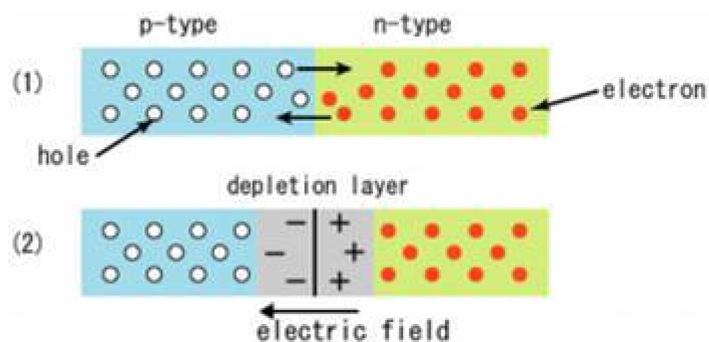


ඉහත ක්‍රියාවලිය වැඩිපුර සිදුවන්නේ සන්ධිය ආසන්නයේය. සන්ධියෙන් ඈතට යන්නට යන්නට මෙම

විසරණ ක්‍රියාවලිය දුර්වල වෙනවා. මෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස, සන්ධිය අවට තිබූ සියලු බහුතර වාහක එකිනෙකට උදාසීන වෙනවා. ඒ කියන්නේ දැන් සන්ධිය අවට ප්‍රදේශය ආරෝපණ වාහකවලින් මුක්ත කලාපයක් (හරියට ඇඳිරි නීතිය දැමූ විට පාරවල්වල කවුරුත් පෙනෙන්නට නැහැ වගේ). සන්ධිය අවට මෙම ආරෝපණ වාහකවලින් තොර/මුක්ත කළාපය **හායන/හායිත/හීන පෙදෙස/ස්ථරය (depletion region/layer)** හෝ **සංක්‍රාන්ති කලාපය (transition region)** ලෙස හැඳින්වෙනවා. මෙම හායිත පෙදෙස පීඑන් අර්ධසන්නායක කොටස්වලට සාපේක්ෂව ඉතාම සිහින්ය.

ආරෝපණවලින් මුක්ත නිසා මෙම හායිත පෙදෙස දැන් ප්‍රායෝගිකව ක්‍රියා කරන්නේ පරිවාරකයක් ලෙසයි. ඉහත රූපයේ කහ පාට මැද ස්ථරය තමයි හායිත පෙදෙස වන්නේ. එහි + හා - ආරෝපණ ඇඳ තිබෙන්නේ එම පෙදෙසේ ඉලෙක්ට්‍රෝන හෝ සිදුරු තිබෙන බව හැඟවීමට නොව, එම පෙදෙස උදාසීන නොවී ඒ පෙන්වා ඇති පරිදි ආරෝපිත වී පවතින බව පෙන්වීමටයි. ඔව්, පෙන්වා ඇති පරිදි හායිත පෙදෙස ආරෝපිත වුවත්, කිසිදු චලනය වන ආරෝපණ වාහකයක් එම පෙදෙසෙහි නොමැත.

ඉහත විස්තර කළ විසරණය (හා හායනය) නිසා, උදාසීනව තිබූ පී හා එන් පැති වෙනුවට දැන් තිබෙන්නේ ආරෝපිත පී හා එන් පැති දෙකකි (වෙන වෙනම සැලකූ විට පී පැත්ත හා එන් පැත්ත ආරෝපිත වුවත්, එම කැබැලි දෙකම එකට සමස්ථයක් ලෙස ගත්තහම තවමත් උදාසීන බව ඉහතදී පෙන්වා දුන්නා). එන් පැත්තේ ධන ආරෝපණයක්ද පී පැත්තේ ඍණ ආරෝපණයක්ද පවතිනවා (කැපැසිටරයක තහඩු දෙකේ ධන හා ඍණ ආරෝපණ පවතිනවා වාගේ). මෙලෙස දෙපැත්තක එකිනෙකට විරුද්ධ ආරෝපණ දෙවර්ගයක් කඳවුරු බැඳගෙන සිටින විට, ස්වභාවයෙන්ම එතැන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් හට ගන්නවා ධන පැත්තේ සිට ඍණ පැත්තට.



එකවරම ඉහත විදුලි ක්ෂේත්‍රය හටගත්තාද නොවේ. විසරණය ආරම්භ වූ මොහොතේමයි මෙම විදුලි ක්ෂේත්‍රයත් ආරම්භ වූයේ (මොකද විසරණයේදී පළමු ඉලෙක්ට්‍රෝනය හා පළමු සිදුර උදාසීන වූ විටයි දෙපැත්තේ ධන හා ඍණ ආරෝපණ තත්වයක් ඇති වූයේ). විසරණය ක්‍රමයෙන් සිදුවෙන විට, දෙපැත්තේ ධන හා ඍණ ගතිය තව තවත් වැඩි වන නිසා, ක්ෂේත්‍රයද ක්‍රමයෙන් ඒ එක්කම වැඩි වෙනවා.

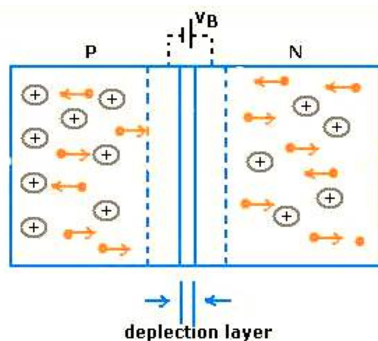
ඉහත ක්ෂේත්‍රය නිසා ඇත්තටම සිදුවෙමින් පැවති විසරණ ක්‍රියාවලිය ඉන් දුර්වල කරනවා. ඒකට හේතුවත් හරිම සරලයි. ඉහත රූපය බලන්න. විසරණය සිදු වන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝන එන් පැත්තේ සිට පී පැත්තට ගමන් කිරීම හා සිදුරු පී පැත්තේ සිට එන් පැත්තට ගමන් කිරීම මඟින්ය. තවද, විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය පිහිටන්නේ ධන පැත්තේ සිට ඍණ පැත්තටයි. ඒ කියන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට දැන්

අපහසුයි විසරණය වෙන්නට, මොකද ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට සිදු වී තිබෙන්නේ ක්ෂේත්‍රයට විරුද්ධව ගමන් කිරීමටයි (ගඟේ උඩ දිශාවට පිහිනනවා මෙන්). සිදුරුවලටත් තත්වය එයමයිනෙ (සිදුරු පහසුවෙන් වැඩි වැඩියෙන් ගමන් කරනවා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ ධන පැත්තේ සිට ඍණ පැත්තට; එහෙත් මෙහිදී සිදුරුවලට ගමන් කිරීමට සිදුව ඇත්තේ ඊට විරුද්ධ පැත්තටයි). මේ නිසා විසරණ ක්‍රියාව තව තවත් අඩපණ වෙනවා.

එක් පසකට විසරණය සිදු වෙනවා. අනෙක් පසට විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය වර්ධනය වෙනවා. විසරණය නිසා සන්ධිය දෙපස පිහිටන ආරෝපණ වාහක කඳවුරු දෙක ප්‍රබල වෙනවා. ඒ නිසාම විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය තව තවත් ප්‍රබල වෙනවා. එහෙත් අනෙක් පසින් එසේ ප්‍රබල වන ක්ෂේත්‍රය විසින් විසරණය තවත් දුර්වල කරනවා. විසරණය ක්ෂේත්‍රය වර්ධනය කිරීමට මිතුරෙකු සේ ක්‍රියා කළත්, ක්ෂේත්‍රය හැමවිටම විසරණයට සතුරු විදියට නේද ක්‍රියා කරන්නේ? ඔව්. මෙහි අවසාන ප්‍රතිඵලය දෙදෙනා එක්තරා සමබර (ප්‍රත්‍යාවර්ත) තත්වයකට පත් වීමයි. එවිට, විසරණය සම්පූර්ණයෙන්ම නතර වී තිබෙන අතර, විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය එහි උපරිම අගය දක්වා වර්ධනය වී තිබේවි (විසරණය නතර නොවූයේ නම්, ක්ෂේත්‍රය තව තවත් වර්ධනය වෙනවා). මෙම අවස්ථාව පීඑන් සන්ධියක යම් ගතික සමතුලිතාවක් (dynamic equilibrium) ලෙස හැඳින්වේ.

ඉහත පැහැදිලි කළ ආකාරයේ ක්‍රියාවලි සෑම පීඑන් සන්ධියක පවතී. යොදාගන්නා නිසඟ අර්ධසන්නායකය කුමක් වුවත් (ජර්මේනියම්, සිලිකන්, බෝරෝන් ආසනයිඩ් ආදී), යොදන ඩෝපන්ට් එක කුමක් වුවත් (බෝරෝන්, පොස්පරස්, ආදී) එහි වෙනසක් නැත. එහෙත් ක්‍රියාවලිවල වෙනසක් නැති වුවත් යොදන ද්‍රව්‍ය අනුව ගතිගුණවල (සන්නායකතාව, සචලතාව ආදී) වෙනසක්කම් පවතී.

සන්ධිය ගතික සමතුලිතතාවේ පවතින විට, එහි ඉහත රූපයේ ආකාරයට සන්ධිය දෙපස ආභ්‍යන්තරිකව (internally) උපරිම විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් හට ගන්නා බව ඔබ දැන් දන්නවා. මෙම විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය **විභව බාධකය (potential barrier - V_B)** හෙවත් **බාධක වෝල්ටියතාව (barrier potential)** හෙවත් **සන්ධි බාධකය (junction barrier)** හෙවත් **knee voltage** ලෙස හැඳින්වෙනවා. මෙම බාධක වෝල්ටියතාවේ අගය යොදාගන්නා නිසඟ අර්ධසන්නායකය හා සන්ධියේ ස්වභාවය අනුව වෙනස් වෙනවා. දළ වශයෙන් සිලිකන් සඳහා එම අගය 0.7V (or 0.65V) පමණ වන අතර, ජර්මේනියම් සඳහා 0.25V පමණ වේ. මෙම අගය මිලිවෝල්ට් කිහිපයක සිට වෝල්ට් කිහිපයක පරාසයක් පුරා පවතී. උදාහරණයක් ලෙස, ඔබ නිතර දකින LED බල්බ සඳහා වෝල්ට් 2 හෝ ඊට වැඩි ගණනක් ලබා දිය යුත්තේ ඒවායේ මෙම විභව බාධකය එතරම් ඉහළ නිසාය (මේ ගැන වැඩි විස්තර පසුවට). පහත රූපයේ බාධක විභවය V_B යන්න විද්‍යුත්කෝෂයක් මඟින් සංකේතවත් කර තිබේ.



ගතික සමතුලිත අවස්ථාවේදී ආරෝපණ වාහකවල කිසිදු විසරණයක් ඇති නොවන බවත්, විභව බාධකය උපරිම අගයක් ගන්නා බවත් ඉහතදී පැවසුවා. එහෙත් මෙම අවස්ථාවේදී සත්‍ය වශයෙන්ම ආරෝපණ වාහක තවමත් විසරණය වෙනවා ඉතා සුලු වශයෙන්. එසේ වුවත්, මෙම විසරණය පෙර කතා කළ විසරණයට වඩා තරමක් වෙනස්. ඊට හේතුව මෙම විසරණය සිදු වන්නේ මුලින් කතා කළ "ප්‍රධාන" විසරණය සිදුවන දිශාවට විරුද්ධ පැත්තටයි. ඒ ඇයි? පිළිතුර හරිම සරලයි.

ප්‍රධාන විසරණය සිදු වූයේ පී හා එන් පැති දෙකෙහි තිබූ බහුතර වාහක නිසාය. ඊට අමතරව මෙම පැති දෙකෙහි සුලුතර වාහකද පවතිනවා. පී කැබැල්ලේ බහුතර වාහකය සිදුරු හා සුලුතර වාහකය ඉලෙක්ට්‍රෝන වන අතර, එන් කැබැල්ලේ බහුතර වාහකය ඉලෙක්ට්‍රෝන හා සුලුතර වාහකය සිදුරු වන බව ඔබ දන්නවා. ඉතිං විභව බාධකය නිසා ඊට විරුද්ධව තවදුරටත් බහුතර වාහකවලට විසරණය වීමට බැරිය. එහෙත් සුලුතර වාහක ගමන් කරන්නේ බහුතර වාහකවලට විරුද්ධ දිශාවට නිසා, ඒවා විදුලි ක්ෂේත්‍රයේ දිශාවටම පහසුවෙන් විසරණය වේ. ක්ෂේත්‍රය ප්‍රබල වන්නට වන්නට මෙම විසරණයද ප්‍රබල වේ. උපරිම ක්ෂේත්‍රයක් පවතින විට (එනම් ප්‍රධාන විසරණය නතර වී ඇති විට), මෙම "අප්‍රධාන" විසරණය ඒ අනුව උපරිම වේ. එහෙත් සුලුතර වාහක පවතින්නේ ස්වල්පයක් පමණි. එනිසා කොතරම් ප්‍රබල වුවත්, මෙම අප්‍රධාන විසරණය ඉතා කුඩාය. මෙම සුලු විසරණය නිසා ඇති වන ධාරාව **පසු ධාරාව (reverse current - I_R)** හෝ **සංතෘප්ත ධාරාව (Saturation current – I_S)** ලෙස හැඳින්වෙනවා.

ඉහතදී මා විසරණ ධාරාව ගැන විස්තර කිරීමේදී සත්‍ය ලෙසම සිදුවන ක්‍රියාවලිය තරමක් සරල කර ඇත. එහි නියම ක්‍රියාකාරිත්වය දැන් මෙසේ විග්‍රහ කළ හැකියි. සන්ධිය දෙපසට එකිනෙකට විරුද්ධව ක්‍රියා කරන විසරණ ක්‍රියාවලි දෙකක් ඇත (ඒ අනුව හටගත් ධාරා දෙකක්ද ඇත). මුලින් සිදු වන්නේ සිදුරු හා ඉලෙක්ට්‍රෝන ඝනත්වයේ වෙනස්කම නිසා බහුතර වාහක විසරණය වීමයි. ඒ සමගම විදුලි ක්ෂේත්‍රය ඒ විස්තර කළ ආකාරයට වර්ධනයද වේ. ක්ෂේත්‍රයේ වර්ධනය නිසාම "කම්මැලිකමේ සිටින බෙලහීන" සුලුතර වාහකයන්ට උත්තේජනයක් ලැබෙනවා පෙර විස්තර කළ ලෙස (ආපස්සට) විසරණය වීමට (එනම් පසු ධාරාව ගැලීමට). දැන් ක්‍රමයෙන් ප්‍රධාන විසරණය බෙලහීන වෙනවා; ක්ෂේත්‍රය ක්‍රමයෙන් වර්ධනය වෙනවා; පසු විසරණය ක්‍රමයෙන් වර්ධනය වෙනවා. යම් මොහොතකදී විසරණ ධාරාව හා පසු ධාරාව සමාන වෙනවා. මෙම අවස්ථාව තමයි ඇත්තටම ගතික සමතුලිතතාව යනුවෙන් හඳුන්වන්නේ.

මීටත් අමතරව, මේ සෑම අර්ධසන්නායකයකම ඉතාම සුලු වශයෙන් හෝ අපද්‍රව්‍ය (ඩෝපන්ට් නොව) තිබේ. කොතරම් පිරිසිදු කළත් 100%ක්ම අපද්‍රව්‍ය ඉවත් කිරීම ප්‍රායෝගික නැත. මෙම අපද්‍රව්‍ය පැවතීම නිසාද අර්ධසන්නායකවලට යම් සන්නායකතාවක් ලැබේ ("සන්නායකතාවක්" ලැබෙනවා යනු "ධාරාවක් ගලා යනවා" යන්නයි). පෙර නැඹුරුවේදී මෙන්ම පසු නැඹුරුවේදීද මෙම සන්නායකතාව එකතු වේ. පෙර නැඹුරුවේදී ගලා යන ධාරාවට සාපේක්ෂව මෙම අපද්‍රව්‍ය නිසා ඇති වන ධාරාව ඉතාම ඉතාම ඉතා කුඩා නිසා, එය ගණන් නොගැනේ. එහෙත් පසු නැඹුරුවේදී ගලා යන්නේ ඉතාම කුඩා පසු ධාරාවක් නිසා, සමහරවිට අපද්‍රව්‍ය නිසා ඇති වන සන්නායකතාවේ බලපෑම දැනෙන ප්‍රමාණයටම විශාල වේ. ඒ කියන්නේ පසු නැඹුරුව සැලකීමේදී ගලා යන ධාරාව සමන්විත වන්නේ පසු ධාරාව හා අපද්‍රව්‍ය නිසා ඇති වන ධාරාව යන දෙකෙහිම එකතුවයි.

සටහන

සමතුලිතතාව හා ගතික සමතුලිතතාව යනුවෙන් සංකල්ප දෙකක් ඇත. ඒ දෙක සමාන නොවේ. සමතුලිතතාව අවශ්‍ය නම් ස්ථිතික සමතුලිතතාව යනුවෙන්ද හැඳින්විය හැකියි. එහි තේරුම ඔබ අප සාමාන්‍යයෙන් "සමතුලිතතාව" යනුවෙන් පවසන විට තිබෙන තේරුමයි. එනම්, යමක් චලනය හෝ වෙනස් නොවී පැවතීමයි. උදාහරණයක් ලෙස, මේසය උඩ රබර් බෝලයක් නිසලව ඇති විට, එය තිබෙන්නේ මෙම සමතුලිතතාවේය.

එහෙත් ගතික සමතුලිතතාව යනු තරමක් වෙනස්ය. එහි නිරන්තරයෙන්/සතතයෙන් චලනයක්/වෙනසක් පවතිනවා. ඇත්තටම එක චලනයක්/වෙනසක් නොව, චලන/වෙනස්වීම ගණනාවක්ම එකට සිදුවෙනවා. මෙම චලනයන්/වෙනස්කම් සියල්ල සිදුවන විට, එහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස අදාල වස්තුව හෝ දෙය චලනයක්/වෙනස්කමක් සිදු නොවන්නාක් සේ පිටතට පෙනේ නම්, එතැන පවතින්නේ ගතික සමතුලිතතාවකි.

උදාහරණයක් ලෙස අවුරුදු උත්සවයේ කඹ ඇදීම ගැන සිතන්න. එහිදී කඹය පැති දෙකක් විසින් එකවර අදිනවා. එහිදී ඔබ දැක ඇති යම් යම් අවස්ථා තිබෙනවා කඹය දෙපසට පොඩ්ඩක්වත් නොගොස් එකතැනම තිබෙනවා. මෙහිදී ඇත්තටම කඹය තවමත් දෙපසට චලනය වෙනවා (අදිනවා), එහෙත් මෙම චලනයන් දෙක සමාන වීම නිසා, කඹය එක පැත්තකටවත් නොගියා සේ අපට පෙනෙනවා. ගතික සමතුලිතාවකුයි එතැන තිබෙන්නේ.

මේ ලෝකයේ/විශ්වයේ ගතික සමතුලිතාවේ පවතින අවස්ථා අපමණ තිබේ. ජල චක්‍රය, ඔක්සිජන් චක්‍රය ආදීයද එක්තරා විදියක ගතික සමතුලිතා පිළිබඳ උදාහරණයි. විසරණ ධාරාව හා පසු ධාරාවද සමාන වූ විට ගතික සමතුලිතතාවක් බව දැන් තේරෙනවා නේද?

සන්ධිය පවතින ගතික සමතුලිතතාව වෙනස් වෙනවා එතැන තිබෙන උෂ්ණත්වය මත. ඒ කියන්නේ සන්ධිය මේ මොහොතේ යම් ගතික සමතුලිතතාවක පවතින්නේ දැන් එතැන තිබෙන උෂ්ණත්වයට ගැලපෙන පරිදිය. එතැන උෂ්ණත්වය වෙනස් කළ විට, ගතික සමතුලිතතාව ඉතා සුලු වෙලාවකට බිඳී අලුත් උෂ්ණත්වයට ගැලපෙන අලුත් ගතික සමතුලිතතාවක් ඇති කර ගන්නවා. එසේ වන්නේ ඇයි?

ඔබ දන්නවා උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට, තාපය නිසා අලුතින් ඉලෙක්ට්‍රෝන මුක්ත වෙනවා. ඒ කියන්නේ තාපය වැඩි වන විට, සුලුතර වාහක වැඩි වෙනවා. එමගින් පසු විසරණයේ/ධාරාවේ අගයද වැඩි වෙනවා. ඒ කියන්නේ, මුලින් ගතික සමතුලිතතාව සිදු වූ ධාරා අගයට වඩා වැඩි (පසු) ධාරා අගයකදී තමයි ගතික සමතුලිතතාව දැන් සිදු විය යුත්තේ. සාමාන්‍ය රීතියක් වශයෙන් සන්ධියේ උෂ්ණත්වය සෙල්සියස් අංශක 7 කින් ඉහල යන විට, පසු ධාරාව දෙගුණ වන බව මතක තබා ගන්න.

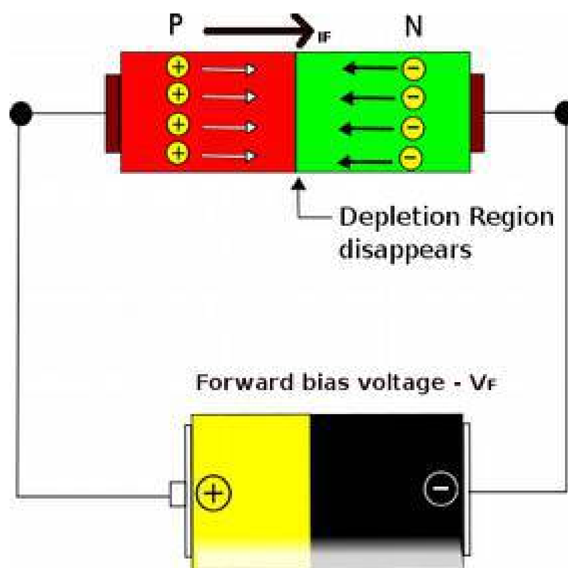
විභව බාධකය උපරිම වන්නේ විසරණ ධාරාව කුඩා වන තරමටයි. එහෙත් විසරණ ධාරාවට දැන් මුලින්ම තිබූ අගය දක්වා අඩු විය නොහැකියි මොකද එය එහි අවම අගයට යැමට පෙර ගතික සමතුලිතතාවට එළඹෙනවා. උදාහරණයක් ගමු. සෙල්සියස් අංශක 25 දී ගතික සමතුලිතතාව සිදු වූයේ පසු ධාරා අගය මයික්‍රොඇම්පියර් 100 දී යැයි සිතමු (ගතික සමතුලිතයේදී පසු ධාරා අගයට විසරණ ධාරා අගය සමාන වේ). මෙවිට සිලිකන් සඳහා විභව බාධකය වෝල්ට් 0.7 යැයි සිතමු. දැන් උෂ්ණත්වය 55 යැයි සිතමු. එවිට, සුලුතර වාහක වැඩියෙන් බිහිවීම නිසා ඉහල පසු ධාරාවක් ඇති වේ. මෙම අගය මයික්‍රොඇම්පියර් 200 යැයි සිතමු. ඒ කියන්නේ දැන් ගතික සමතුලිතතාව සිදු වන්නේ

මයික්‍රොඇම්ප් 200 දීය. ඒ කියන්නේ විසරණ ධාරාවත් දැන් මයික්‍රොඇම්ප් 200 විය යුතුයි. මෙවිට විභව බාධකය වෝල්ට් 0.7 ට වඩා අඩු වේවි.

උෂ්ණත්වයේ විචලනය නිසා සන්ධිවලට කරන ඉහත බලපෑම සුලුපටු නැහැ. ට්‍රාන්සිස්ටර් පරිපථ නිර්මාණයේදී මෙය ඉතාම බරපතල ප්‍රශ්නයක්. ට්‍රාන්සිස්ටර් ආදිය ගැන ඉදිරියේදී ඉගෙන ගන්නා විට, මේ ගැන හොඳින් වැටහේවි.

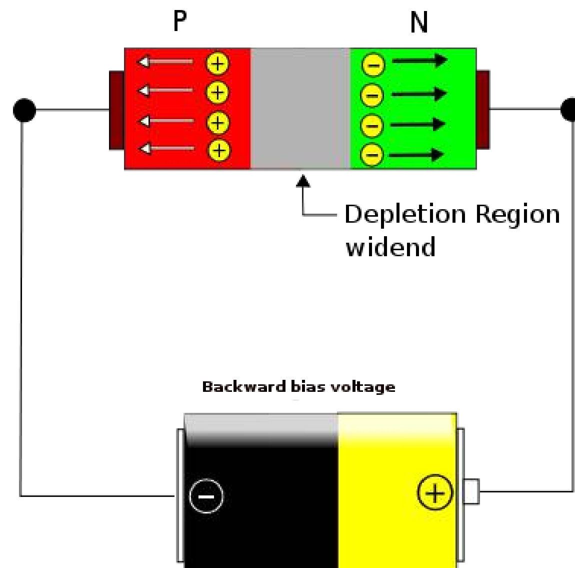
නැඹුරුව (Bias)

පීඑන් සන්ධියක් දෙපසට විදුලි විභව අන්තරයක් යෙදුවොත් කුමක් වේවිද? විභවය යොදන දිශාව අනුව සිදුවන දේ තීරණය වේ. පහත රූපයේ ආකාරයට පී කැබැල්ලට විදුලි ප්‍රභවයේ (බැටරියේ) ධනද, එන් කැබැල්ලට ඍණද වන පරිදි එම විභව අන්තරය යෙදූ විට, සන්ධිය හරහා විදුලි ධාරාවක් සන්නයනය වෙනවා (හරියට සන්නායක වයරයක් දිගේ විදුලිය ගමන් කරනවා වාගේ). මෙලෙස පීඑන් සන්ධියකට විදුලිය සවි කිරීම **පෙර නැඹුරුව (forward bias)** ලෙස හැඳින්වෙනවා.



පෙර නැඹුරු කරපු වෝල්ටියතාව පෙර **නැඹුරු වෝල්ටියතාව (forward bias voltage – V_F)** ලෙසද, පෙර නැඹුරුව යටතේ ගලා යන විදුලිය **පෙර නැඹුරු ධාරාව (forward bias current – I_F)** ලෙසද හැඳින්වෙනවා.

දැන් පීඑන් සන්ධියට පහත රූපයේ ආකාරයට විභව අන්තරය සපයන්න. මෙහිදී එන් කොටසට බැටරියේ ධන අග්‍රයත්, සන්ධියේ පී කොටසට බැටරියේ ඍණ අග්‍රයත් සම්බන්ධ කර ඇත. මෙලෙස විදුලිය සම්බන්ධ කිරීම **පසු නැඹුරුව (backward bias** හෝ **reverse bias)** ලෙස හැඳින්වේ. මෙහිදී න්‍යායාත්මකව සැලකුවොත් කිසිම ධාරාවක් කිසිම දිශාවකට ගලා නොයයි.

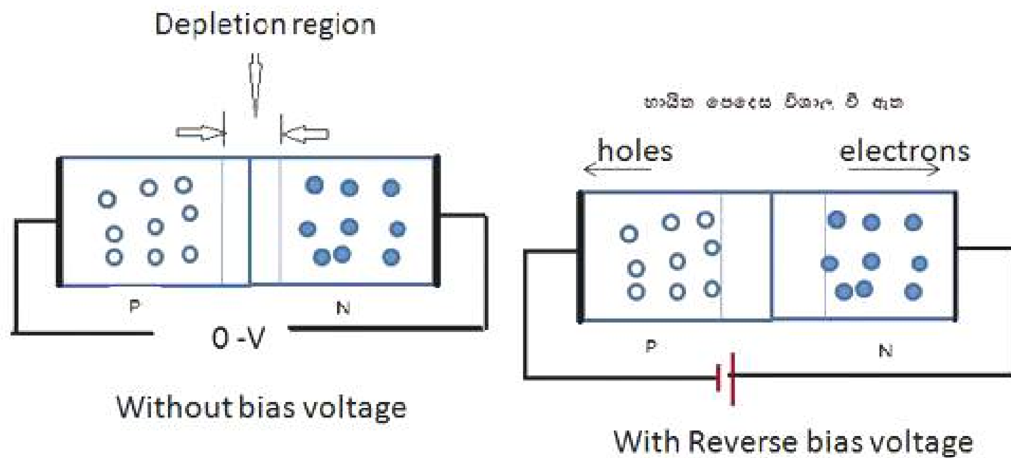


පෙර නැඹුරුවේදී විදුලි ධාරාවක් ගැලීමටත් පසු නැඹුරුවේදී ධාරාවක් නොගැලීමටත් හේතුව ඔබ සතුව දැන් පවතින දැනුමින් තර්ක කර පැහැදිලි කරගත හැකියි. භාහිරින් යොදන විභව අන්තරය හා අභ්‍යන්තරයේ ඉබේම සකස් වී ඇති බාධක විභවය අතර සිදුවන ගනුදෙනුව ගැන සිතුවොත් ඔබට එය පැහැදිලි වේවි.

පෙර නැඹුරුවේදී මෙම විභවයන් දෙක එකිනෙකට විරුද්ධ දිශාවලට නේද පවතින්නේ? එවිට, භාහිරින් යොදන විභවය 0 සිට ක්‍රමයෙන් වැඩි කරගෙන යන්න. එකිනෙකට විරුද්ධව පවතින නිසා, මෙලෙස වැඩි කරන විභවය අභ්‍යන්තර විභවය විසින් කපා/අහෝසිකර දමනවා. මෙලෙස එකිනෙකට කැපී යෑම සිදු වන්නේ බාධක විභවයේ අගය දක්වා පමණි. උදාහරණයක් ලෙස (සිලිකන් සන්ධියක් සඳහා) බාධක විභවය 0.7 නම්, භාහිරින් පෙර නැඹුරු වන ලෙස යොදන වෝල්ටියතාව 0.7 දක්වා මෙලෙස කැපී යනවා. දැන් සිතන්න පෙර නැඹුරු වෝල්ටියතාව 0.8 දක්වා වැඩි කළා කියා. එවිට, 0.8 – 0.7 = 0.1V ප්‍රමාණයක් කැපී නොගොස් ඉතිරි වෙනවා. මෙන්න මෙම අතිරික්ත වෝල්ටියතාව දැන් පවතින්නේ බැටරියේ වෝල්ටියතාව පවතින දිශාවටයි (එනම් බැටරියේ ධන සිට ඍණ දක්වා). ඉතිං මෙම වෝල්ටියතාව ඔස්සේ, සාමාන්‍යයෙන් සන්නායකයක් දිගේ ආරෝපණ ගමන් කරන්නාක් සේ ගමන් කළ හැකියි. අර්ධසන්නායකවල බහුතර වාහක මෙම විදුලි ගමනාගමනයට සහභාගී වේ.

භාහිර පෙර නැඹුරු වෝල්ටියතාව නිසා අභ්‍යන්තර බාධක විභවය අඩු වෙනවා යනු භාහිත පෙදෙස පටු වෙනවා කියන එකයි. ඒ කියන්නේ බාධක විභවය අහෝසි වූ විට මෙම හායිත පෙදෙසත් ඉබේම අහෝසි වී යනවා.

පසු නැඹුරුවේදී පිටතින් යොදන පසු නැඹුරු විභවයත් පිහිටන්නේ අභ්‍යන්තර බාධක විභවය පිහිටන දිශාව ඔස්සේමයි. එනිසා මේ දෙක එකිනෙකට කැපී යෑමක් නොව තව තවත් බාධකය ශක්තිමත් වීමක් සිදු වේ. බාධකය (එනම් බාධක විභවය) ශක්තිමත් වෙනවා යනු හායිත පෙදෙස තව තවත් පළල් වෙනවා කියන එකයි. හායිත පෙදෙස යනු වාහක ගමන් නොකරන පරිවාරක කොටසක් බදුයිනෙ. ඉතිං පසු නැඹුරුවේදී බැටරියේ එක් අග්‍රයකින් පිටවන ආරෝපණ මෙම සන්ධිය හරහා බැටරියේ අනෙක් අග්‍රයට යා නොහැකියි (මෙය ගඟක් හරහා ඇති පාලම කඩා වැටීමට උපමා කළ හැකියි; සාමාන්‍ය විදුලි ස්විචයක් ඕෆ් කිරීමටද උපමා කළ හැකියි).



පසු නැඹුරුව නිසා හායිත පෙදෙස පලල් වීම පහත ආකාරයේ ගණිතමය සම්බන්ධතාවකින් දැක්විය හැකියි. එනම් හායිත පෙදෙසේ පලල සමානුපාතික වෙනවා බැරියර් වෝල්ටියතාවේ හා පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාවේ එකතුවේ යම් කිසි බලයකට. මෙම "යම් කිසි බලය (x)" තීරණය වන්නේ යොදාගන්නා අර්ධසන්නායක ද්‍රව්‍ය මතයි.

හායිත පෙදෙසේ පළල ∝ [(බැරියර් වෝල්ටියතාව) + (පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාව)]^{X}

පසු නැඹුරුවේදී ඉහත පැහැදිලි කළ පරිදි කිසිම ධාරාවක් කිසිම පැත්තකට ගමන් කරන්නේ නැතැයි කීවත් ප්‍රායෝගික තත්වය තරමක් වෙනස්ය. එනම්, පසු නැඹුරුවේදී ඉතාම කුඩා ධාරාවක් පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාව පවතින දිශාව ඔස්සේ ගමන් කරනවා. මීට හේතුව පෙර අප කතා කළ පසු ධාරාවයි. පසු නැඹුරුවේ "හයිය අරගෙන" දැන් වැඩි උද්යෝගයකින් හා තරමක් වැඩි අගයකින් මෙම පසු ධාරාව ගලනවා. කොතරම් ගැලුවත් තවමත් මෙය ඉතා කුඩා (බොහෝවිට නොසලකා හැරිය හැකි තරමේ) ධාරාවකි. ඇත්තටම මෙම කුඩා ධාරාව වැඩිපුර සංවේදී වන්නේ භාහිරින් යොදන නැඹුරු වෝල්ටියතාවට වඩා උෂ්ණත්වයටයි.

පසු නැඹුරු කිරීමට යොදාගත් වෝල්ටියතාව **පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාව (reverse bias voltage – V_R)** ලෙසද, එවිට ගලා යන ධාරාව පසු නැඹුරු ධාරාව (backward current) හෝ කාන්දු ධාරාව (leak current), හෝ පසු ධාරාව (reverse current – I_R), හෝ සංතෘප්ත (පසු) ධාරාව ((reverse) saturation current – I_S) ලෙස හැඳින්වේ.

උෂ්ණත්වය, පෙර/පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාව, හා සන්ධිය හරහා ඕනෑම දිශාවකින් ගලා යන ධාරාව අතර පවතින සම්බන්ධතාව පහත සූත්‍රයේ ආකාරයට දැක්විය හැකියි. මෙම සූත්‍රය ප්‍රායෝගික ඩයෝඩ සමීකරණය (practical diode equation) ලෙස හැඳින්වේ. (වඩා නිවැරදිව එය "පීඑන් සන්ධි සමීකරණය" ලෙස හැඳින්විය යුතුව තිබුණත්, ඩයෝඩ සමීකරණය යන නම ලැබී තිබෙන්නේ පීඑන් සන්ධිය යනු ඉබේම ඩයෝඩයක්ද වන නිසාය.)

$$I = I_S[e^{\frac{qV}{KT}} - 1]$$

මෙහි q හා K යනු නියත පද දෙකක් වේ. මෙම සමීකරණයේ එක් එක් පද පහත දැක්වේ.

K = බොල්ට්ස්මාන් නියතය (Boltzmann constant) වන 1.3806×10^{-23}

q = ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ ආරෝපණය (charge of electron) වන කූලෝම් 1.6022×10^{-19}

T = නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වය (absolute temperature) - කෙල්වින් ඒකකයෙන්

V = සන්ධියට භාහිරව යොදා ඇති නැඹුරු විභව අන්තරය

I_S = පසු/කාන්දු ධාරාව

I = සන්ධිය හරහා ගලා යන මුලු (සාමාන්‍ය) ධාරාව

ඉහත සූත්‍රයට අගයන් ආදේශ කර ඒ ඒ අවස්ථාවලදී ගලා යන ධාරාව ගණනය කළ හැකියි. පසු නැඹුරු හා පෙර නැඹුරු යන අවස්ථා දෙකටම මෙම සූත්‍රය පොදුය. ඉහත සූත්‍රය යොදා ගණනය කිරීම්වලදී බොහෝ අය ඉහත සූත්‍රයෙන් K, T, q යන පද තුන පමණක් ගෙන $V_T = KT/q$ යන අගය වෙනම ගණනය කරනවා උෂ්ණත්වය සෙල්සියස් අංශක 20 දී (එනම් සෙල්සියස් "විසි ගණන්වලදී") (සූත්‍රයට යෙදිය යුත්තේ සෙල්සියස් නොව කෙල්වින් ඒකකයෙන් නිසා, එම අගය කෙල්වින්වලින් 293K පමණ වේ). ඒ අනුව, $V_T = (1.3806 \times 10^{-23}) \times (293) / (1.6022 \times 10^{-19}) = 0.025V = 25mV$ වේ. ඉන්පසු ගණනය කිරීම්වලදී මෙම V_T අගය සුදුසු විදියට ආදේශ කළ හැකියි (V_T යනු thermal voltage යන්නයි; උෂ්ණත්වය මත වෙනස් වන වෝල්ටියතාවක් නිසා මේ නම යෙදේ).

දැන් ඉහත සූත්‍රය ඇසුරින් පෙර හා පසු නැඹුරුව ගැන නැවත සලකා බලමු. පෙර නැඹුරුවේදී සාමාන්‍යයෙන් $e^{qV/KT}$ පදය 1 ට වඩා ඉතා විශාල නිසා, 1 අමතක කළ හැකියි (පෙර නැඹුරුව සඳහා පමණි 1 අමතක කර දැමිය හැක්කේ). භාහිර වෝල්ටියතාව (පෙර නැඹුරු අවස්ථාවේදී එය ධන ලෙස සලකා) කෙළින්ම එම සූත්‍රයේ V ට ආදේශ කළ යුතුය. එලෙස ආදේශ කළ විට, $e^{qV/KT}$ යන කොටස විශාල ධන අගයක් ගනී. (උදාහරණයක් ලෙස, $e^{qV/KT}$ අගය 1000 වූවා නම්, ඉන් 1 ක් අඩු කිරීමෙන් එතරම් වෙනසක් නොවන නිසායි එම සූත්‍රයේ 1 අමතක කර දැමිය හැකි යැයි පැවසුවේත්). මෙම විශාල ධන අගය ඉතා කුඩා I_S පදයෙන් (මෙම I_S පදයද දළ වශයෙන් නියතයකි; උෂ්ණත්වය මත විචලනය වේ) වැඩි කළ විට ලැබෙන්නේ පෙර නැඹුරු ධාරාවයි (I_F).

එම සූත්‍රයෙන්ම පසු නැඹුරුව ගැන සලකා බලමු. මෙහිදී පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාව ඍණ අගයක් ලෙස එම සූත්‍රයට ආදේශ කරන්න. එවිට, $e^{q(-V)/KT} = 1/e^{qV/KT}$ ලෙස සැලකිය හැකියි. ඒ කියන්නේ මෙම භාග සංඛ්‍යාවේ 1 ට යටින් තිබෙන්නේ අතිවිශාල ධන සංඛ්‍යාවකි. එවිට පිළිතුර ඉතා කුඩා සංඛ්‍යාවක් (දශම සංඛ්‍යාවක්) බවට පත්වේ. දැන් මෙම කුඩා අගයෙන් 1 ක් අඩු කළ යුතුයි. 1 ත් එක්ක සසඳන විට මෙම කුඩා අගය ඉතාම කුඩා නිසා, පහසුවෙන්ම එම $e^{q(-V)/KT}$ අගය අමතක කර දැමිය හැකියි (උදාහරණයක් ලෙස, 0.001 – 1 = - 0.999 වේ; දළ වශයෙන් -1 ලෙසම ගත හැකියිනෙ). එවිට ඉතිරිවන්නේ -1 පමණයි. මෙම -1 න් I_S ගුණ කළ විට, $-I_S$ ලැබේ. ඒ කියන්නේ කාන්දු ධාරාව ලැබේ අපේක්ෂා පරිදිම. අගය ඍණ නිසා, එය ගලා යන්නේ මුලින් පෙර නැඹුරු ධාරාව ගලා ගිය දිශාවට විරුද්ධ දිශාවට බව පෙනේ.

උෂ්ණත්වය හෝ නැඹුරු වෝල්ටියතාව වෙනස් වීම පීඑන් සන්ධියේ ක්‍රියාකාරිත්වයට බලපාන අයුරු ඉහත සූත්‍රය ඇසුරින් පහසුවෙන්ම දැක්විය හැකියි. සාමාන්‍යයෙන් උෂ්ණත්වය හෝ නැඹුරු වෝල්ටියතාව දෙගුණ කරන විට (octave) එය කෙසේ බලපායිද, දස ගුණයක් කළ විට (decade) කෙසේ බලපායිද යන්න ආදී වශයෙන් සොයා බැලීමේ පුරුද්දක්/සම්ප්‍රදායක් ඇත. බහුතර අවස්ථාවකදී අපට වැදගත් වන්නේ පෙර නැඹුරු අවස්ථාව බවද සිහිතබා ගන්න. උදාහරණයක් ලෙස සන්ධිය හරහා ගලන ධාරාව දෙගුණ වීමට හෝ දසගුණයක් වීමට නම් නැඹුරු වෝල්ටියතාව කොපමණ වැඩි කළ යුතුද කියා සොයා බලමු (පෙර නැඹුරුවේදී).

පෙර නැඹුරු වෝල්ටියතාව V_1 විට, $I_1 = I_S \exp(qV_1 / KT)$ වේ.

සටහන

e පාදයේ දර්ශක නිරූපණය සඳහා විකල්ප නිරූපණ ක්‍රමයක් ඉහත සූත්‍රයේ දක්වා ඇත. ලිවීමේ පහසුව තකා මෙම විකල්ප ක්‍රමයෙන් මා එය (ඩයෝඩ් සමීකරණය) ලියා දක්වා ඇත.

$$e^{\frac{qV}{KT}} = \exp\left(\frac{qV}{KT}\right)$$

දැන් මෙම පෙර නැඹුරු ධාරාව දෙගුණයක් වීමට අවශ්‍ය යැයි සිතන්න. එවිට,

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{I_S e^{\frac{qV_2}{KT}}}{I_S e^{\frac{qV_1}{KT}}} = \frac{e^{\frac{qV_2}{KT}}}{e^{\frac{qV_1}{KT}}} = e^{\frac{q}{KT}(V2-V1)}$$

$$\text{එමනිසා}, V_2 - V_1 = \frac{KT}{q}\ln\left(\frac{I_2}{I_1}\right) = V_T \ln\left(\frac{I_2}{I_1}\right)$$

$$I_2 = 2x\, I_1 \text{ නිසා (එනම දෙගුණයක් නිසා), උෂ්ණත්වය කෙල්වින් } 290\text{ දී}$$
$$V_2 - V_1 = 0.025\, x\, 0.693 = 17.3\, mV$$

$$\text{එලෙසම ඩිකේඩයකදී } (I_2 = 10\, x\, I_1)$$
$$V_2 - V_1 = 0.025\, x\, 2.302 = 57.6\, mV$$

මින් පැහැදිලි වෙනවා, පීඑන් සන්ධියක පෙර නැඹුරු (විසරණ) ධාරාව දැන් තිබෙන අගය මෙන් දෙගුණයක් කිරීම සඳහා පෙර නැඹුරු වෝල්ටියතාව දැන් තිබෙන වෝල්ටියතාවට වඩා මිලිවෝල්ට් 17.3 කින් වැඩි කිරීමට අවශ්‍යයි. එලෙසම, එම ධාරාව දසගුණයකින් වැඩි කිරීම සඳහා පෙර නැඹුරු වෝල්ටියතාව මිලිවෝල්ට් 57.6 කින් වැඩි කිරීමට අවශ්‍යයි. මෙලෙසම ධාරාව හරි අඩකින් අඩු කිරීමට පෙර නැඹුරු වෝල්ටියතාව 17.3mV කින්ද, ධාරාව දස ගුණයකින් අඩු කිරීමට පෙර නැඹුරු වෝල්ටියතාව 57.6mV කින්ද අඩු කළ හැකියි.

පසු නැඹුරුව වැඩි කරගෙන යන විට, තවත් අමුතු සිදුවීමක් ඇතිවේ. එනම්, පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාව ක්‍රමයෙන් වැඩි කරගෙන යන විට, මෙතෙක් හොඳ පරිවාරයකයක් ලෙස ක්‍රියා කළ සන්ධිය එකවරම ඉතා හොඳ සන්නායකයක් බවට පත් වේ. එනම්, ඉතා කුඩා කාන්දු ධාරාවක් වෙනුවට අති විශාල ධාරාවක් ගලා යන්නට පටන් ගන්නවා. මෙම අවස්ථාව **සන්ධියේ බිඳවැටීම (breakdown)** ලෙස හැඳින්වෙනවා.

මෙය සිදුවිය හැකි ආකාර දෙකක් තිබෙනවා. එක් ක්‍රමයක් නම් මෙයයි. භාහිර පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාව විසින් වේගයෙන් ආරෝපණ වාහක සන්ධිය හරහා ගමන් කරවනවා. වෝල්ටියතාව යනුද එක්තරා පීඩනයක් බව මීට පෙර ඔබ ඉගෙන තිබෙනවා (ඒකනේ වෝල්ටියතාවට "විදුලි පීඩනය" යන අන්වර්ථ නාමය ලැබී තිබෙන්නෙත්). වෝල්ටියතාව වැඩි වන විට, වාහකද තව තවත් වේගයෙන් ගමන් කරනවා. මෙලෙස වේගයෙන් ගමන් කරන වාහකවල (ඉලෙක්ට්‍රෝනවල) විශාල වේගය නිසා, එහි චාලක ශක්තියද විශාල වෙනවා. එම වාහක තමන් ගමන් කරන මාර්ගයේ තිබෙන පරමාණුක බන්ධනවල වේගයෙන් හැප්පෙනවා. එවිට එම බන්ධන කැඩී එම බන්ධනයට හවුල් වූ ඉලෙක්ට්‍රෝන මුක්ත කරනවා. (බන්ධනයක් කැඩීමට තාපයට මෙන්ම ආලෝකය, විකිරණ, හා චාලක ශක්තියට හැකිය.)

දැන් එක් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් වේගයෙන් ගමන් කිරීම නිසා තවත් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් (හෝ කිහිපයක්) මුක්ත වී තිබෙනවා. මෙම අලුතින් මුක්ත වූ ඉලෙක්ට්‍රෝනත් භාහිර පසු වෝල්ටියතාව නිසා වේගයෙන් චලනය වෙනවා. එවිට ඒවා මඟින්ද ඉහත ආකාරයට බන්ධන කඩා ඉලෙක්ට්‍රෝන මුක්ත කරනවා. මෙය "හරියට වසංගතයක් පැතිරෙන්නාක් සේ" වේගයෙන් සිදු වෙනවා. විශාල මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන (හා සිදුරු) ප්‍රමාණයක් මේ ක්‍රමයෙන් ඇති වී පරිවාරක ගුණය අහෝසි වී ඉතා හොඳ සන්නායකයක් බවට පත් වෙනවා. මෙම ක්‍රියාවලිය **ඇවලාන්ෂ් ආවරණය (Avalanche effect)** ලෙස හැඳින්වෙනවා.

සටහන
ඔබ හිම කඳු දැක ඇති. හිම කන්දක මුදුනේ සිට ඉතා කුඩා හිම බෝලයක් "රෝල් වෙවී" පහලට එනවා යැයි සිතන්න. එය පහලට එන අතරේ, එම කුඩා හිම බෝලය ක්‍රමයෙන් විශාල වෙනවා (තව තවත් හිම බෝලය වටේ ඇලවීම නිසා). මෙලෙස පහතට එනවිට එම හිම බෝලය යෝධ හිම බෝලයක් බවට පරිවර්තනය වේ. එම යෝධ හිම බෝලයට කෙනෙකු යට වුවොත් මරණය පවා සිදු විය හැකියි. මෙලෙස ආරම්භයේදී ඉතා කුඩා හිම බෝලයකින් පටන්ගෙන යම් වේලාවකට පසුව යෝධ හිම බෝලයක් බවට පරිවර්තනය වීමේ ක්‍රියාවලියට තමයි ඇවලාන්ෂ් යන වචනය මිනිසුන් භාවිතා කළේ.

මෙලෙස ආරම්භයේදී සුලුවෙන් පටන් ගෙන යම් කාලයකට පසුව විශාල අගයක් ගන්නා ඕනෑම අවස්ථාවකට මෙම ඇවලාන්ෂ් (හෝ ඇවලාන්ෂ් ආවරණය) යන නම ව්‍යවහාර කිරීමට අප දැන් පුරුදුව සිටිනවා. ඇත්තටම එලෙස නම යෙදීම යෝග්‍ය මෙන්ම පහසුය.

ඇවලාන්ෂ් ආවරණයට අමතරව, **සෙනර් ආවරණය (Zener effect)** ලෙස තවත් සංසිද්ධියක් තිබෙනවා මෙම දේම සිදු විය හැකි. මෙම ආවරණය සෙනර් නම් විද්‍යාඥයාට ගෞරව පිණිස ඔහුගේ නමින් හඳුන්වනවා. මෙය ඇවලාන්ෂ් ආවරණය වගේ තේරුම් ගැනීම එතරම් පහසු නොවේ (එහෙත් මෙම පෙතෙහි පසුවට එයද විස්තර කෙරේ).

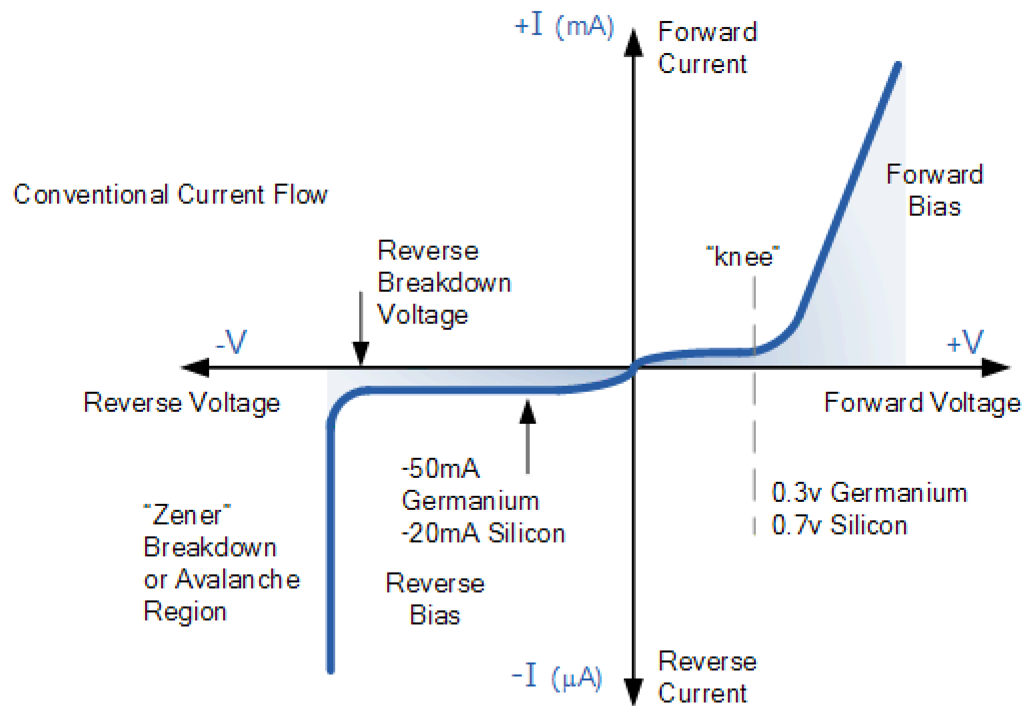
යම් සන්ධියක මෙම ආවරණ දෙකෙන් එකක් සිදු විය හැකි පරිදි මාත්‍රණය කළ හැකියි (හා සුදුසු අර්ධසන්නායක ද්‍රව්‍ය යොදා ගත හැකියි). අවශ්‍ය නම් ආවරණ දෙකම එකට ක්‍රියා කළ හැකි පරිදිද සැලසුම් කළ හැකියි. සාමාන්‍යයෙන් සෙනර් ආවරණය සිදු වන්නේ වෝල්ට් 6 ට වඩා අඩු පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාවලදී වන අතර, ඊට වඩා වැඩි වෝල්ටියතාවකදී ඇවලාන්ෂ් ආවරණය සිදු වේ.

කුමන ආවරණය සිදු වුවත්, සාමාන්‍ය පීඑන් සන්ධියකදී නම් සන්ධිය බිඳවැටීම කිසිසේත් හොඳ නැත. බොහෝවිට සන්ධිය විනාශ වී යාවි. එහෙත් සන්ධිය විනාශ නොවන පරිදි සන්ධිය බිඳවැටීමට හැකි පරිදි සාදපු සන්ධිත් තිබෙනවා (සෙනර් ඩයෝඩ් සාදන්නේ මේ ආකාරයටයි).

බිඳවැටුම සිදු කරන වෝල්ටියතාව සන්ධියේ **බිඳවැටුම් වෝල්ටියතාව (breakdown voltage)** හෝ **උපරිම පසු කුළු වෝල්ටියතාව (peak inverse voltage – PIV)** ලෙස හැඳින්වේ. මෙම බිඳවැටුම් වෝල්ටියතාව හෝ ඒ පිළිබඳ කිසිදු හැඟීමක් ඉහතදී කතා කළ ඩයෝඩ සමීකරණයෙන් ලබා ගත නොහැකි බවද මතක තබා ගන්න. යොදා ගන්නා අර්ධසන්නායක ද්‍රව්‍ය මත හා එය සාදන ක්‍රමය අනුව එක් එක් ඩයෝඩයේ මෙම බිඳවැටුම් වෝල්ටියතා අගයන් වෙනස් වේ (වෝල්ට් කිහිපයක සිට වෝල්ට් සිය ගණන් දක්වා පරාසයක මෙම අගය පැවතිය හැකියි).

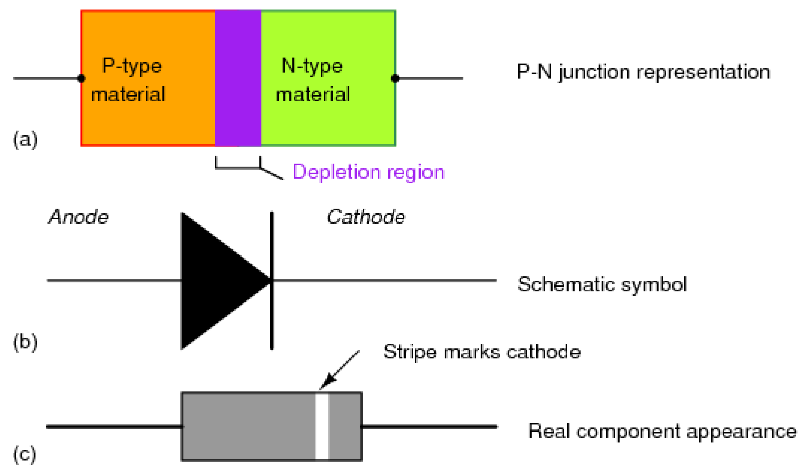
දළ වශයෙන් පීඑන් සන්ධියක් පෙර නැඹුරු කළ විට, නියත 0.7 විභවයක් (සිලිකන්) එහි රඳවා ගන්නා බව ඉහතදී පැවසුවද එය තරමක් වැරදි ප්‍රකාශයකි. ඇත්තටම මෙම අගය සුලු වශයෙන් වෙනස් වෙනවා. සාමාන්‍යයෙන් සන්ධියේ PIV අගය වැඩි නම්, මෙම පෙර නැඹුරු විභවයද වැඩි වෙනවා. PIV අගය වැඩි වීම හොඳ දෙයකි; එහෙත් පෙර නැඹුරු විභවය වැඩි වීම නරක දෙයකි (පෙර නැඹුරු විභවය වැඩි වන විට, තාප හානියද ඊට අනුරූපව වැඩි වේ).

අවසාන වශයෙන් ඉහත සියලු කරුණු ඔබට අලංකාර රූපමය ස්වරූපයකින් ඉදිරිපත් කරන්නට පුලුවන් පහත රූපයේ ලෙසට. මෙය ඕනෑම පීඑන් සන්ධියක් සඳහා පොදු රූපයකි.



ඩයෝඩය (Diode)

ඩයෝඩය (හෝ දියෝඩය) යනු අග්‍ර දෙකක් සහිත අර්ධසන්නායකවලින් සෑදූ ඉලෙක්ට්‍රොනික් උපාංගයකි. ඇත්තටම ඩයෝඩය යනු ඔබ මීට පෙර ඉගෙනගත් පීඑන් සන්ධියකි. එම සන්ධිය දෙපස ඇති පී හා එන් කැබැලි දෙකට සන්නායක කූරු දෙකක් සවිකර එය තවත් ප්ලාස්ටික් ආවරණයකින් ආවරණය කළ විට ලැබෙන්නේ ඩයෝඩයකි. ඩයෝඩයේ අභ්‍යන්තරය හා එහි සාමාන්‍ය පරිපථ සංකේතය (schematic symbol) පහත දැක්වේ. ඩයෝඩ අග්‍ර/පින් දෙක ඇනෝඩය හා කැතෝඩය යන නම්වලින් හැඳින්වේ. එන් පැත්තේ අග්‍රය **කැතෝඩයද (Cathode – K)**, පී පැත්තේ අග්‍රය **ඇනෝඩය (Anode – A)** වේ. පරිපථ සංකේතයේ ඊ හිසින් හඟවන්නේ සම්මත ධාරාව ගලා යන දිශාවයි. සාමාන්‍ය ඩයෝඩයක කැතෝඩය හඳුනාගැනීමට කැතෝඩය ළඟින් ඩයෝඩ බඳෙහි සිහින් වර්ණ තීරුවක් ඇඳ ඇත.



ඔබ පීඑන් සන්ධි ගැන උගත් සියලු විස්තර ඩයෝඩවලටද එලෙසම වලංගු වේ. විවිධාකාර ප්‍රයෝජන/භාවිතාවන් සඳහා සැකසූ විවිධාකාර ඩයෝඩ නිපදවා ඇත. රෙක්ටිෆයර්, සිග්නල්, LED, ෆොටෝ, PIN, ෂොට්කි, වැරැක්ටර්, සෙනර් ආදී ලෙස විවිධ විසිතුරු නම්වලින් විවිධ ඩයෝඩ පවතී. පොදුවේ මේ සෑම ඩයෝඩයකම අර්ධසන්නායක අඩංගු සන්ධියක් ඇත.



සටහන

සෑම ඉලෙක්ට්‍රෝනික උපාංගයක්ම එහි ක්‍රියාකාරිත්වය පැහැදිලි කිරීමට හා විග්‍රහ කිරීමට ආකෘති (model) යොදා ගන්නවා. ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස්වල පමණක් නොව, විද්‍යා/තාක්ෂණ ක්ෂේත්‍රයේ හැමවිටම ආකෘති තැනීම සිදු කරනවා. මෙලෙස ආකෘති යොදාගෙන උපාංගවල ක්‍රියාකාරිත්වය ඉගෙනීමට ක්‍රම දෙකක් ඇත.

එකක් නම්, එම ක්‍රියාකාරිත්වය ගණිත සූත්‍රයක් හෝ සූත්‍ර කිහිපයක් ආශ්‍රයෙන් විග්‍රහ කිරීමයි. ඉතාම නිවැරදිව උපාංග හෝ එම උපාංගවලින් තනා ඇති පරිපථයක් විග්‍රහ කිරීමට ඇති අනර්ඝතම ක්‍රමය මෙයයි. ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් පරිපථ නිර්මාණය කරන පරිගණක සොෆ්ට්වෙයාර් වැඩ කරන්නේ මෙලෙස ගණිත සූත්‍ර ආකෘති යොදාගෙනයි. පරිගණකවලට ඕනෑම ගණිත සමීකරණයක්/ශ්‍රිතයක් වේගයෙන් ගණනය කිරීමේ හැකියාව පවතින නිසා එහි ප්‍රශ්නයක් නැත. එහෙත් ඔබ එවැනි සරල හා සංකීර්ණ සූත්‍ර අතින් සෑදීමට ගියොත් පැය ගණන් සමහරවිට ගත වීමට ඉඩ තිබේ.

දෙවැනි ක්‍රමය නම්, යම් උපාංගයකට රූපමය සරල අර්ථකථනයක් සිදු කිරීමයි. සූත්‍රයක් සුලු කරනවාට වඩා රූපයක් (ප්‍රස්ථාරයක්) තේරුම් ගැනීම පහසුයිනෙ. බොහෝවිට මෙම රූපය/ප්‍රස්ථාරය මඟින්

ඉතාම නිවැරදිව එම උපාංගය නිරූපණය නොවීමටද පුලුවන්. සමහරවිට, එක රූපයක්/ප්‍රස්ථාරයක් වෙනුවට රූප/ප්‍රස්ථාර කිහිපයක් වුවද අවශ්‍ය කරන්නට පුලුවන්. බොහෝ ඉලෙක්ට්‍රොනික් උපාංග සඳහා එම උපාංගයේ ගති ලක්ෂණ පෙන්වන ප්‍රස්ථාරයක් හෝ ප්‍රස්ථාර කිහිපයක් ඇති අතර මෙවැනි ප්‍රස්ථාර අදාල උපාංගයේ **ලාක්ෂණික ප්‍රස්ථාර (characteristic graph)** ලෙස හැඳින්වෙනවා.

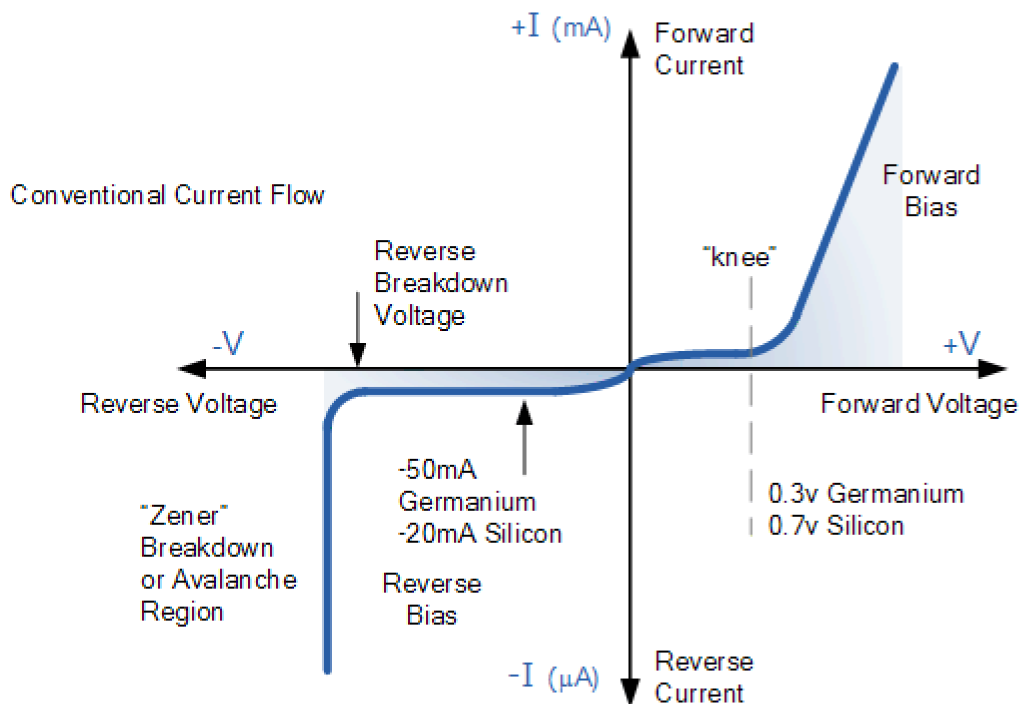
ගණිත සූත්‍ර භාවිතා කළත්, රූප/ප්‍රස්ථාර භාවිතා කළත් මේ ක්‍රම දෙකෙහිම තවත් පැතිකඩක් තිබෙනවා. එනම් යම් සංකීර්ණ උපාංගයක ක්‍රියාකාරිත්වය සරල කිරීමයි. මෙම සරල කිරීම සිදු කරන්නේ එම උපාංගයේ ක්‍රියාකාරිත්වය "එතරම්" විකෘති නොවන ලෙසයි (සරල කිරීමක් සිදු කරන සෑම තැනකම යම් විකෘතියක් ඇතිවීම වැලැක්විය නොහැකියිනෙ; එහෙත් මෙම විකෘතිය අවම කළ හැකියි). බොහෝ සාමාන්‍ය පරිපථ සඳහා මෙවැනි සරල කරපු ආකෘති යොදා ගැනේ. එහෙත් ඉතා වේගවත් පරිපථ හෝ ඉතා නිවැරදි ක්‍රියාකාරිත්වයන් අවශ්‍ය කරන පරිපථවලදී සරල ආකෘති වෙනුවට සංකීර්ණ වඩා නිවැරදි ආකෘති යොදා ගැනීමට සිදු වෙනවා.

ඉහත කරුණු පැහැදිලි වේවි මෙතැන් සිට පාඩම් කරගෙන යන අතරේදී.

ඩයෝඩයක් (හෙවත් පීඑන් සන්ධියක්) සඳහා ගණිත සූත්‍ර කිහිපයක් තිබුණත් (එම කිහිපයෙන් විවිධ ගතිගුණ නිරූපණය කරයි) මේ අතරින් වැදගත්ම සූත්‍රය වන්නේ මීට පෙර ඔබ උගත් පහත ඩයෝඩ සමීකරණයයි.

$$I = I_S[e^{\frac{qV}{KT}} - 1]$$

ඩයෝඩයේ පෙර නැඹුරුව හා පසු නැඹුරුව යන අවස්ථා දෙකම ඉහත සමීකරණයෙන් නිරූපණය කෙරේ. ඉහත සූත්‍රමය ආකෘතියට අනුරූප රූපමය ආකෘතිය පහත දැක්වේ (මෙම ප්‍රස්ථාරයත් මීට පෙර දැක ඇත). මෙම ප්‍රස්ථාරය ඩයෝඩයේ ලාක්ෂණික ප්‍රස්ථාරයයි.



මෙම ප්‍රස්ථාරය විග්‍රහ කරමු. ප්‍රස්ථාරයේ x අක්ෂය ඔස්සේ තිබෙන්නේ ඩයෝඩ නැඹුරු වෝල්ටියතාවයි. ප්‍රස්ථාරයේ මූල ලක්ෂ්‍යයේ හෙවත් 0 සිට දකුණු පසට යන විට + අගයන් තිබෙන නිසා, ඉන් කියන්නේ පෙර නැඹුරු වෝල්ටියතාවයි. එලෙසම 0 සිට වමට යන විට - අගයන් නිසා, ඉන් නිරූපණය වන්නේ පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාවයි. එනම්, ප්‍රස්ථාරයේ y අක්ෂයෙන් දකුණු පැත්ත ඩයෝඩයේ පෙර නැඹුරු අවස්ථාව නිරූපණය වන අතර, y අක්ෂයෙන් වම් පැත්ත පසු නැඹුරු අවස්ථාව නිරූපණය වේ.

y අක්ෂයෙන් නිරූපණය වන්නේ ඩයෝඩය හරහා ගලා යන ධාරාවයි. 0 සිට ඉහලට + අගයන් නිසා, ඉන් කියන්නේ ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු කළ විට, ඩයෝඩය හරහා ගලා යන ධාරාවයි. එලෙසම, 0 සිට පහලට - අගයන් නිසා පසු නැඹුරු කළ විට ගලා යන පසු ධාරාව ඉන් පහසුවෙන්ම නිරූපණය කෙරේ.

දැන් පෙර නැඹුරුවේ වෝල්ටියතාව 0 සිට ක්‍රමයෙන් වැඩි කරගෙන යන්න. knee අවස්ථාව එළඹෙන තුරු ප්‍රස්ථාර රේඛාව වෙනස් වන හැටි බලන්න. ඩයෝඩ ධාරාව වැඩි වන්නේ නැති තරම් නේද? ඔව්. මෙය සන්ධියේ ස්වභාවය බව මුලදී ඉගෙන ගත්තා මතකද? මෙම knee අවස්ථාව දක්වා ඩයෝඩය තුළ විභව බාධකය පැවතීම මීට හේතුව බව ඔබ දන්නවා. දැන් මෙම අවස්ථාව ඉක්මවා යන විට, ඩයෝඩ ධාරාව වැඩිවීම සීඝ්‍රයෙන් සිදු වෙනවා (ප්‍රස්ථාරයේ බෑවුම එකවර වැඩි වීමෙන් මෙය හැඟවෙනවා).

සටහන
ප්‍රස්ථාරවලදී වක්‍රය එකවර තිරස් මට්ටමේ සිට ඉහත ආකාරයට ඉතා විශාල බෑවුමකට නැමීම සිදුවන අවස්ථාව සාමාන්‍යයෙන් knee යනුවෙන් හැඳින්විය හැකියි. ඊට හේතුව එය කකුලේ නමපු දණහිසක් ලෙසට පෙනෙන නිසාය (knee යනු ඉංග්‍රිසි බසෙහි දණහිසට කියන වචනයයි).

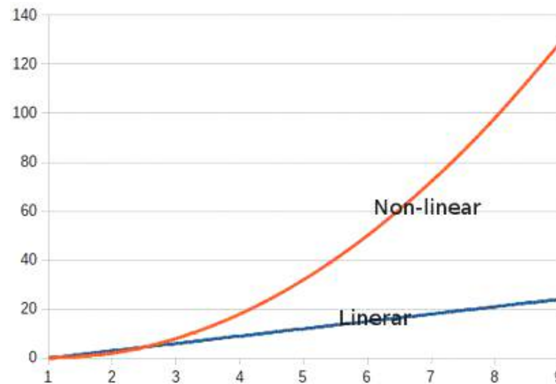
දැන් ඩයෝඩය පසු නැඹුරු කරන්න (ඒ කියන්නේ පෙර නැඹුරුවේදී ලබා දුන් වෝල්ටියතාවේ දිශා මාරු කරන්න). පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාව 0 සිට ක්‍රමයෙන් වැඩි කරගෙන යන්න. ඩයෝඩ ධාරාව වැඩි නොවන තරම් නේද? (ප්‍රස්ථාරය තිරස්ව පැවතීමෙන් හැඟවෙන්නේ වෝල්ටියතාව වැඩි කරගෙන ගියත් ධාරාව වැඩි/අඩු නොවන බවයි.)

එහෙත් එක් අවස්ථාවකදී එකවර අති විශාල ධාරාවක් ගලන්නට පටන් ගන්නවා. මෙය ඩයෝඩයේ (සන්ධියේ) බිඳවැටීමයි. මෙම බිඳ වැටීම සිදුකරන වෝල්ටියතාව බිඳවැටුම් වෝල්ටියතාවයි. රූපයේ මෙම බිඳවැටුම් අවස්ථාවේදී ගලා යන ධාරාව තරමක සිරස් රේඛාවකින් දැක්වෙනවා. (ප්‍රස්ථාරය සිරස්ව පැවතීමෙන් හැඟවෙන්නේ වෝල්ටියතාව ඉතාම ඉතා කුඩා ප්‍රමාණයක් වැඩි කළත්, ධාරාව ඉතාම ඉතා විශාල ප්‍රමාණයකින් වැඩි/අඩු වන බවයි.)

ඉදිරි හා පසු නැඹුරු යන අවස්ථා දෙකෙහිම ඉතා කුඩා කාන්දු ධාරාවක් ගලා යන බව ඉහත ප්‍රස්ථාරයෙන් පේනවා නේද? (සන්ධි ගැන කතා කරන විට ඊට හේතුව ඉගෙන ගත්තා.) මෙම කාන්දු ධාරාව ඇත්තටම අනවශ්‍ය වදයකි. එනිසා හැකි පමණ කාන්දු ධාරාව අවම වීම සුදුසුය. සන්ධියේ උෂ්ණත්වයට අමතරව, එය තීරණය වන්නේ භාවිතා කරන අර්ධසන්නායකය මතයි. සිලිකන්වල කාන්දු ධාරාව ජර්මේනියම්වලට වඩා අඩුය. එනිසා ඩයෝඩ, ට්‍රාන්සිස්ටර් ආදී අර්ධසන්නායක උපාංග වැඩි වශයෙන් සාදන්නේ සිලිකන් යොදාගෙනයි.

ඉහත ඩයෝඩ් ලාක්ෂණික ප්‍රස්ථාරය හා පහත නිල් පාටින් දැක්වෙන ප්‍රස්ථාර වක්‍රය සංසන්දනය කර

බලන්න (පහත රූපයේ රතු පාටින් දැක්වෙන වක්‍රයද බලන්න). ප්‍රස්ථාර දෙකෙහි ප්‍රධාන වෙනස්කම කුමක්ද? ප්‍රස්ථාර දෙකෙහිම x අක්ෂයෙන් නිරූපණය කරන අගය වැඩි කරන විට, ඊට අනුරූපව y අක්ෂයෙන් නිරූපණය කෙරෙන අගයද වෙනස් වේ. එහෙත් මෙම වෙනස්වීම සිදුවන ආකාරය සමාන නැත. පහත නිල් ප්‍රස්ථාරයේදී එය සිදු වන්නේ රෙඛීය ආකාරයටයි. එනම්, ප්‍රස්ථාර වක්‍රයේ බෑවුම නියතයි (y දිගේ යම් පරතරයක් ගෙන, ඊට අනුරූප x අක්ෂය දිගේ පවතින පරතරයෙන් බෙදූ විට ලැබෙන්නේ වක්‍රයේ බෑවුම වන අතර, එම බෑවුම මෙම ප්‍රස්ථාරයෙන් කොතනින් ගණනය කළත් සමාන වේ). මෙවැනි නිරූපණයක් රේඛීය (linear) යනුවෙන් හැඳින්වෙනවා.



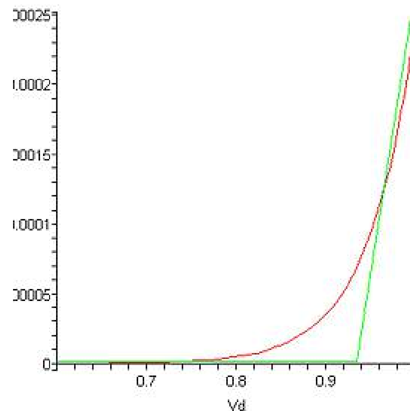
එහෙත් ඩයෝඩ් ලාක්ෂණික ප්‍රස්ථාරය (හා රතු පාටින් දැක්වෙන වක්‍රය) ඊට සපුරා වෙනස්ය. එහි ප්‍රස්ථාර වක්‍රයේ හැඩය/බෑවුම තැනින් තැනට වෙනස්ය. එනම් ප්‍රස්ථාරයේ යම් තැනකින් වක්‍රයේ බෑවුම ගණනය කළ විට ලැබෙන අගයට වඩා වෙනස් අගයකි වක්‍රයේ වෙනත් තැනක බෑවුම ගණනය කළ විට ලැබෙන්නේ. මෙවැනි නිරූපණයක් අරේඛීය (non-linear) ලෙස හැඳින්වෙනවා.

සටහන

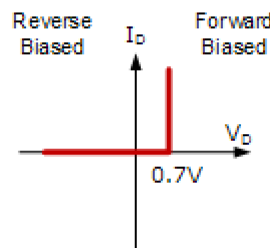
ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් උපාංගයක් රේඛීය හෝ අරේඛීය ලෙස වර්ගීකරණය කරන්නේ අදාල උපාංගය හරහා යන ධාරාව වෙනස් වන විට, එම උපාංගයේ ප්‍රතිරෝධයද ඉබේම වෙනස් වෙනවාද නැද්ද යන කාරණය මතයි. ඒ කියන්නේ යම් ඉලෙක්ට්‍රොනික් උපාංගයක් හරහා ගලා යන ධාරාව වෙනස් වුවත් එම උපාංගයේ ප්‍රතිරෝධය වෙනස් නොවේ නම්, එය රේඛීය උපාංගයකි. හොඳම උදාහරණය ප්‍රතිරෝධය/රෙසිස්ටරය වේ. රෙසිස්ටරය හරහා ගලන ධාරාව කුමන අගය ගත්තත් රෙසිස්ටරයේ ඕම් අගය වෙනස් වන්නේ නැහැනෙ. කැපැසිටර්, ඉන්ඩක්ටර්ද මේ අනුව රේඛීය උපාංග වේ. එහෙත් මොහොතකින් පැහැදිලි කෙරේවි ඩයෝඩය (එනම් පීඑන් සන්ධියක් හා සන්ධි අඩංගු ඕනෑම උපාංගයක්) අරේඛීය බව මොකද එම උපාංගවල ප්‍රතිරෝධය වෙනස් වෙනවා එය හරහා ගලා යන ධාරාව වෙනස් වන විට.

මේ අනුව ඩයෝඩයේ හැසිරීම අරේඛීය (නොන්ලීනියර්) වේ. එනිසා ඩයෝඩය අරේඛිය උපාංගයක් ලෙස හඳුන්වනවා. උපාංගයක අරේඛීය හැසිරීම නිසා සංඥා <u>හැමවිටම අනිවාර්යෙන්ම</u> විකෘති වීමක් සිදු වෙනවා. එහෙත් මෙම අරේඛීය ගතිගුණයම ප්‍රයෝජනවත් වැඩවලටත් යොදා ගන්නවා (සංඛ්‍යාත කිහිපයක් එකතු කර අලුත් සංඛ්‍යාත බිහි කිරීමට).

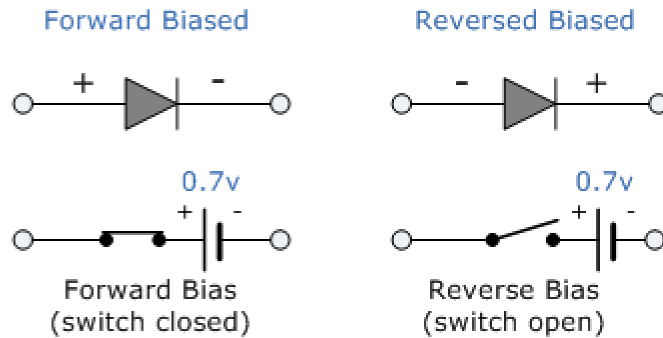
ඉහතදී දැක්වූ ගණිත සූත්‍රය හා ප්‍රස්ථාරය දෙකම එකිනෙකට අනුරූපයි (එනම් සූත්‍රය ප්‍රස්ථාරගත කළ විට ලැබෙන්නේ එම ප්‍රස්ථාරය තමයි). එහෙත් සමහර අවස්ථාවලදී මෙම ආකෘතියට වඩා සරල ආකෘතියක් අවශ්‍ය නම් භාවිතා කළ හැකියි. ඩයෝඩයක් සඳහා එවැනි සරල කරපු ආකෘතියක් සඳහා වූ ප්‍රස්ථාරයක් පහත දැක්වේ. ඇත්තටම පහත රූපයේ ආකෘති දෙකක් සඳහාම වූ ප්‍රස්ථාර ඇත (වර්ණ දෙකකින් ඒ දෙක දැක්වේ). රතු පාටින් දැක්වෙන්නේ ප්‍රායෝගික/සත්‍ය ඩයෝඩයට ඉතා ළඟින් යන ආකෘතික ප්‍රස්ථාරයයි. සත්‍ය ඩයෝඩයකදී knee දක්වා ඉතා කුඩා කාන්දු ධාරාවක් ගලා යනවානෙ. එහෙත් රතු වක්‍රයෙන් එම කාන්දු ධාරාව ශූන්‍ය ලෙස දක්වනවා (එය හොඳ සරල කිරීමක්).



කොල පාට වක්‍රයෙන් ඩයෝඩය තව දුරටත් සරල කර තිබෙනවා. රතු පාට වක්‍රය සුමට වක්‍රයකි. එම රතු වක්‍රය වෙනුවට සරල ඍජු රේඛා මඟින් නිරූපණය කිරීම එය තවත් සරල කිරීමකි. එම ආකෘතියද තව දුරටත් සරල කළ හැකියි පහත රූපයේ ආකාරයට. මෙය nearly ideal diode model ලෙස හඳුන්වමු. මෙම ආකෘතිය බහුලවම භාවිතා වන්නකි.

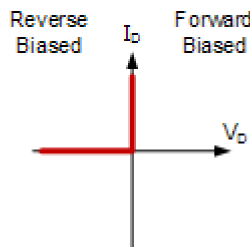


මෙම ආකෘතියේ පෙර හා පසු නැඹුරු අවස්ථා දෙකෙහිම ගමන් කරන කාන්දු ධාරාව 0 වේ යැයි උපකල්පනය (හෝ සරල) කර තිබෙනවා. එලෙසම ප්‍රස්ථාර බෑවුම් "කෙලින් කර" (ඍජු හෙවත් සිරස් කර) ඇත. බැරියර් වෝල්ටේජ් එකේ බලපෑම එම ප්‍රස්ථාරයේ තවමත් ඇත (ඒකනේ බැරියර් වෝල්ටේජ් එක දක්වා ධාරාව 0 කර, එතැන් සිට ධාරාව විශාලව දක්වා තිබෙන්නේ). මෙම ආකෘතිය පහත රූපයේ ආකාරයට ප්‍රායෝගිකව ක්‍රියා කරනවා. 0.7 බැරියර් වෝල්ටීයතාව 0.7 ක බැටරියකින් නිරූපණය කර තිබෙනවා.



මෙම රූපය තව දුරටත් විග්‍රහ කරමු. ඩයෝඩයක් එක්තරා විදියක විදුලි ස්විචයකි. එය පෙර නැඹුරු කළ විට ඕන් වෙනවා; පසු නැඹුරු කළ විට ඕෆ් වෙනවා. එහෙත් පෙර නැඹුරු කර තිබෙන විට, ඩයෝඩය තුළ ඇති වන බැරියර් වෝල්ටියතාව පිහිටන්නේ පෙර නැඹුරු වෝල්ටියතාවට විරුද්ධ දිශාවටයි. එනිසා භාහිර පෙර නැඹුරු වෝල්ටියතාවට සිදු වෙනවා මෙම 0.7 වෝල්ටියතාවත් "කපා ගෙන" විදුලිය ගමන් කරවන්නට. පසු නැඹුරුවේදී නැඹුරු වෝල්ටියතාව හා බැරියර් වෝල්ටියතාව දෙකම පිහිටන්නේ එකම දිශාවට වුවත්, පසු නැඹුරුවේදී ඩයෝඩය ඕෆ් නිසා කිසිදු විදුලියක් ඒ හරහා ගමන් කරන්නේ නැත (ස්විචය ඕෆ් ලෙසද දක්වා තිබෙන්නේ එබැවිනි).

ඉහත ප්‍රස්ථාරය අවශ්‍ය නම් තවදුරටත් සුලු කළ හැකි මෙම බැරියර් වෝල්ටියතාව ප්‍රස්ථාරයෙන් ඉවත් කිරීමෙන් (පහත රූපය). මෙම ආකෘතිය ideal diode model ලෙස හඳුන්වමු. විශාල වෝල්ටියතාවන් සහිත තැන්වල ඩයෝඩ යොදන විට, මෙම ආකෘතිය බහුලව යොදා ගත හැකියි.



ඒ අනුව ඩයෝඩය සඳහා ආකෘති කිහිපයක්ම අප සතුව ඇත. ඒ ඒ අවස්ථාව අනුව යොදා ගන්නා ආකෘතිය ඔබම තීරණය කරන්න. ඕනෑම අවස්ථාවක් සඳහා වඩා නිවැරදි ආකෘතිය යෙදිය හැකි වුවත්, වඩා සරල කරපු ආකෘති හැමතැනකටම යෙදිය නොහැකියි.

ඩයෝඩයක් පසු නැඹුරු කරන විට, ඒ හරහා ගලා යන්නේ ඉතාම ඉතා කුඩා කාන්දු ධාරාවකි. ඒ කියන්නේ පසු නැඹුරු කරපු ඩයෝඩයක් සැහෙන්න හොඳ පරිවාරකයක් ලෙස සැලකිය හැකියි. ඒ අනුව, පසු නැඹුරු කරපු ඩයෝඩයක ප්‍රතිරෝධය අතිවිශාලය (න්‍යායාත්මකව ප්‍රතිරෝධයේ අගය අනන්තයක් වන අතර, ප්‍රායෝගිකව එම අගය මෙගාඕම් ගණනකි). සිලිකන් ඩයෝඩයක් ජර්මේනියම් ඩයෝඩයකට වඩා වැඩි ප්‍රතිරෝධයක් පෙන්වනවා මොකද කාන්දු ධාරාව සිලිකන්හි අඩු නිසා ජර්මේනියම්වලට වඩා. (කාන්දු හෝ කුමන හෝ ධාරාවක් අඩුවෙන් ගලන්නේ ප්‍රතිරෝධය ඉහල

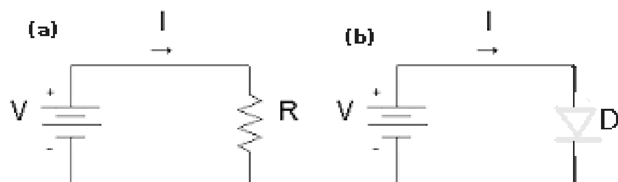
නිසාය; ඕම් නියමය ඇසුරින් එය පහසුවෙන් තේරුම්ගත හැකියිනෙ.)

එලෙසම පෙර නැඹුරුවේදී knee එක දක්වාද ප්‍රතිරෝධය අතිවිශාලයි (මොකද මෙවිටද ගලා යන ධාරාව ඉතාම ඉතා කුඩා නිසා). එහෙත් පෙර නැඹුරුවේදී knee එකට පසුව, වැඩි ධාරාවක් ගලා යන නිසා, කුඩා ප්‍රතිරෝධයක් (සාමාන්‍යයෙන් ඕම් ගණනක්) සහිත සන්නායකයක් ලෙස සැලකිය හැකියි.

පෙර නැඹුරුවේදී ඩයෝඩ ප්‍රතිරෝධය ඉතා කුඩා වෙනවා සේම, ඩයෝඩය හරහා ගලා යන ධාරාව අනුව මෙම ප්‍රතිරෝධය වෙනස් වෙනවා. එනම්, ධාරාව වැඩි වෙන විට ප්‍රතිරෝධ අගය තව තවත් අඩු වෙනවා. මෙම උපකරණය අරේඛීය යැයි පැවසුවේ මෙම ගතිගුණය නිසා තමයි.

ඩයෝඩයේ ඉහත අරේඛීය හැසිරීම නිසා අමුතු කරුණක් ඩයෝඩ (එනම් පීඑන් සන්ධි හෝ එවැනි සන්ධි සහිත ඕනෑම උපාංගයක) සතුව ඇත. එය නම්, ඩයෝඩයක් පෙර නැඹුරු කරන විට, හැමවිටම ඩයෝඩයේ බැරියර් වෝල්ටියතාවට සමාන වෝල්ට් ගණනක් ඩයෝඩය දෙපස ඩ්‍රොප් වේ. සිලිකන් ඩයෝඩවලදී බැරියර් වෝල්ටියතාව දළ වශයෙන් 0.7 ක් නිසා, හැමවිටම පෙර නැඹුරු කළ සිලිකන් ඩයෝඩයක් දෙපස වෝල්ට් 0.7 ක වෝල්ටියතාවක ඩ්‍රොප් වේ. ජර්මේනියම් ඩයෝඩවල එම අගය 0.2 පමණ විය යුතුයි නේද? ඇත්තටම මෙය තරමක් විස්තර කිරීමට වටින දෙයකි.

පහත a රූපයේ ආකාරයේ රෙසිස්ටරයක් (එනම් රේඛීය උපාංගයක්) සහිත පරිපථය බලන්න. මෙම පරිපථයේ ඇති රෙසිස්ටරයේ ඕම් ගණන හැමවිටම ඕම් 100 කි. එය හරහා ගලා යන ධාරාව කොතරම් වුවත් මෙම ඕම් අගය වෙනස් නොවේ. සිතන්න පරිපථය හරහා ගලා යන ධාරාව ඇම්ප් එකයි කියා. එවිට ඕම් නියමය (V=IR) අනුව ප්‍රතිරෝධය දෙපස 100x1 = 100V ඩ්‍රොප් වේ. දැන් මෙම ධාරාව ඇම්ප් 2 දක්වා වැඩි කරමු. එවිට, 100x2=200V ක වෝල්ටියතාවක් ඩ්‍රොප් වේ. ඒ කියන්නේ ධාරාව වෙනස් වන විට, ප්‍රතිරෝධය (රේඛීය උපාංගය) දෙපස ඩ්‍රොප් වන වෝල්ටියතාවත් ඊට අනුරූපව වෙනස් වේ.

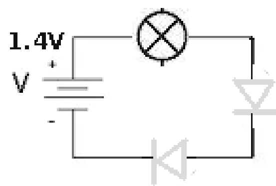


එහෙත් ඉහත පරිපථයේ රෙසිස්ටරය වෙනුවට ඇත්තේ පෙර නැඹුරු වන ලෙස තැබූ සිලිකන් ඩයෝඩයක් නම් තත්වය සපුරා වෙනස් වේ (ඉහත b රූපය). සිතමු පරිපථය හරහා දැන් ඇම්ප් එකක ධාරාවක් ගලා යනවා කියා. එවිට, දළ වශයෙන් ඩයෝඩයේ ප්‍රතිරෝධය ඕම් 0.7 ක් පමණ වේ යැයි සිතමු. ඒ කියන්නේ මේ අවස්ථාවේදී ඩයෝඩය දෙපස ඩ්‍රොප් වන වෝල්ටියතාව වන්නේ 1x0.7=0.7V වේ. දැන් ගලා යන ධාරාව ඇම්ප් 2 ක් කරමු. එවිට ඩයෝඩයේ ප්‍රතිරෝධය 0.35 ඕම් අගයක් දක්වා වෙනස් වේ. දැන් ඩයෝඩය දෙපස ඩ්‍රොප් වන වෝල්ටියතාව වන්නේ 2x0.35=0.7V යි. දැක්කද ඩයෝඩය හරහා ගලා යන ධාරාව වෙනස් වන විට, ඊට අනුරූපව ඩයෝඩයේ ප්‍රතිරෝධයද වෙනස් වීම නිසා, හැමවිටම ඩයෝඩය දෙපස ඩ්‍රොප් වන්නේ එකම නියත වෝල්ටියතා ප්‍රමාණයකුයි.

මෙයින් පැහැදිලි වන තවත් කාරණයක් නම්, ඩයෝඩ භාවිතා කරන විට, අනිවාර්යයෙන්ම ඩයෝඩයේ බාධක විභයට වඩා වැඩි විදුලියක් ලබා දිය යුතු බවයි. පසු නැඹුරුවේදී මේ මොන කතාවක්වත් නැත

මොකද පරිපථයේ මුලු විභවයම ඩයෝඩය දෙපස ඩ්‍රොප් වේ (එනම් පරිපථය හරහා ධාරාවක් නොගලයි).

වෝල්ට් 1.5, 3 වැනි කුඩා වෝල්ටියතා සහිත පරිපථවල ඩයෝඩ යොදන විට පරිස්සම් විය යුතුයි. ඊට හේතුව පහත රූපයේ ආකාරයට පරිපථයක් සැලසුම් කළොත් පරිපථයේ සවි කර ඇති බල්බය දැල් නොවේවි. ඊට හේතුව පරිපථයේ සැපයුම් වෝල්ටියතාව සම්පූර්ණයෙන්ම ඩයෝඩ දෙපස පමණක් ඩ්‍රොප් වන නිසාය. බල්බය දැල්වීමට නම් බල්බය හරහාද වෝල්ටියතාවක් ඩ්‍රොප් විය යුතුය. ඩයෝඩ යනු ඒ අනුව කෑමට කෑදර කෙනෙකු වගෙයි. අනෙක් අය ගැන එයා නොසිතයි. තමන්ට අවශ්‍ය ප්‍රමාණය කා දමයි අනෙක් අයට කෑම ඉතිරි වුවත් නැතත්. ඩයෝඩද තමන්ට අවශ්‍ය වෝල්ටියතාව ඩ්‍රොප් කර ගන්නවා ඉස්සෙල්ලාම. එසේ ඩ්‍රොප් කළ පසු ඉතිරිවන වෝල්ටියතාවක් ඇත්නම් පමණක් පරිපථයේ අනෙක් උපකරණ/උපාංගවලට එම වෝල්ටියතාවන් ලබා දේ.



මෙවැනි කුඩා සැපයුම් වෝල්ටියතාවන් යොදා ගන්නා පරිපථවලදී ඩයෝඩවල ඩ්‍රොප්වන වෝල්ටියතාව නොසලකා හැරිය නොහැකි වුවත්, වෝල්ට් 30 වැනි හෝ සිය ගණන් සැපයුම් වෝල්ටියතාව ලෙස යොදා ගන්නා විට, ඩයෝඩයක් දෙපස ඩ්‍රොප් වන කුඩා 0.7 වැනි වෝල්ටියතාව නොසලකා හැරිය හැකියි. මෙවැනි අවස්ථාවලදී තමයි පෙර අප කතා කළ අයිඩියල් ඩයෝඩ් ආකෘතිය පහසුවෙන් යෙදිය හැක්කේ. එහෙත් කුඩා සැපයුම් වෝල්ටියතා සහිත පරිපථ සඳහා මෙම මොඩලය භාවිතා කළොත් පරිපථ සැලසුම අසාර්ථක වෙන බව පැහැදිලියි නේද?

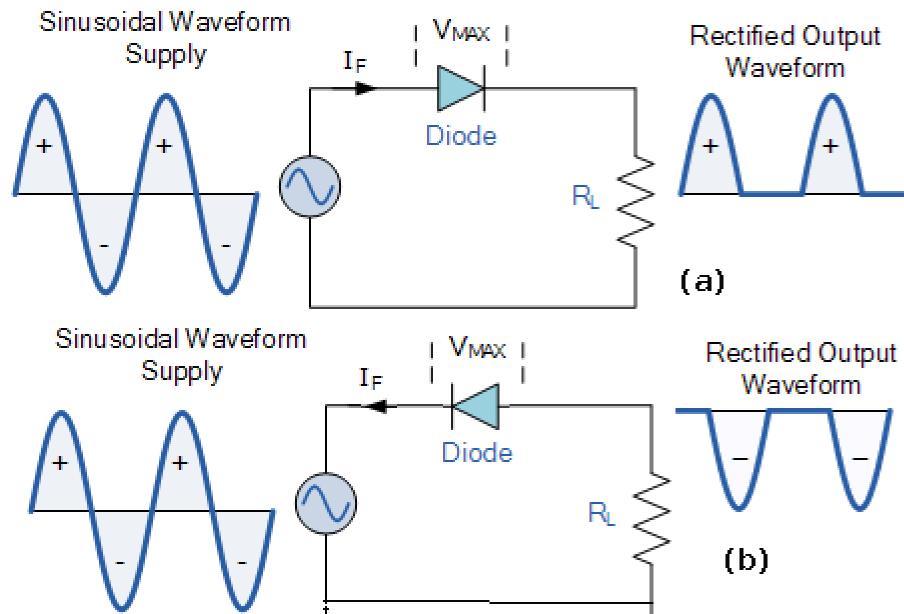
විශාල සැපයුම් වෝල්ටියතා සහිත පරිපථයක වුවත්, ඉහත පරිපථයේ මෙන් ඩයෝඩ කිහිපයක් එකට යොදන විට, 0.7 වෝල්ටියතා කිහිපයක් එකතු වූ විට සැලකිය යුතු වෝල්ටියතාවක් ලැබෙන නිසා, සමහරවිට අයිඩියල් ආකෘතිය යෙදූ විට පරිපථ සැලසුම අසාර්ථක වීමටද හැකියි. ඇත්තටම ඔබට ඒ ඒ අවස්ථාව අනුව තීරණය කළ හැකියි කුමන ආකෘතිය යොදාගත හැකිද කියා.

පෙර නැඹුරු කළ ඩයෝඩයක හැමවිටම යම් නිශ්චිතව විභවයක් රඳවා ගත්තත් (සිලිකන් සඳහා 0.7 ද, ජර්මේනියම් සඳහා 0.2 ද ආදී වශයෙන්), ඒ හරහා යා හැකි ධාරා ප්‍රමාණය විචලනය විය හැකියි. ඩයෝඩය හරහා ධාරාවක් ගලන විට ඩයෝඩය රත් වේ. ඊට හේතුව P=VI සූත්‍රයයි. ඩයෝඩයේ ඩ්‍රොප් වී ඇති වෝල්ටියතාව ඒ හරහා යන ධාරාවෙන් ගුණ කළ විට ඩයෝඩයේ තාප උත්සර්ජනය පහසුවෙන්ම ගණනය කළ හැකියි. ඒ අනුව අඩු වෝල්ටියතාවක් ඩ්‍රොප් කර ගන්නා ඩයෝඩවල තාප හානිය අඩුයි නේද? ඒ කියන්නේ තාප හානිය පැත්තෙන් සලකන විට, ජර්මේනියම් ඩයෝඩ සිලිකන් ඩයෝඩවලට වඩා හොඳය. ඊටත් වඩා ෂොට්කි ඩයෝඩවල තාප උත්සර්ජනය අඩුය (ෂොට්කි ඩයෝඩ ගැන පසුවට විස්තර කෙරේ). තවද, PIV ඉහළ අගයක් සහිත ඩයෝඩවල ඩයෝඩයේ පෙර නැඹුරු වෝල්ටියතාවද වැඩි වන බවත් මීට කලින් පවසා තිබුණා. එනිසා තාප හානිය අඩු කර ගැනීමට නම්, අනවශ්‍ය ලෙස විශාල PIV අගයක් සහිත ඩයෝඩ යොදා ගන්නට එපා.

සෑම උපාංගයකින්ම කරන රාජකාරියක්/ක්‍රියාකාරිත්වයක් පවතිනවා. ඩයෝඩයේ රාජකාරිය කුමක්ද?

"ප්‍රත්‍යාවර්ත විදුලියක් සෘජු විදුලියක් බවට පත් කිරීමයි එහි ප්‍රධාන අරමුණ/රාජකාරිය"

ඔබ දන්නවා ප්‍රත්‍යාවර්ත විදුලි ධාරාවක් (AC) යනු වරින් වර තමන් ගමන් කරන දිශාව මාරු කරන විදුලි ධාරාවක්. සෘජු විදුලි ධාරාවකදී (DC) ධාරාව හැමවිටම ගමන් කරන්නේ එකම දිශාවකටයි. ඩයෝඩයකට මෙම හැකියාව ලැබී තිබෙන්නේ පෙර නැඹුරු වූ විට විදුලිය සන්නයනය කිරීමත්, පසු නැඹුරු කළ විට විදුලිය සන්නයනය නොකිරීමත් නිසාය.



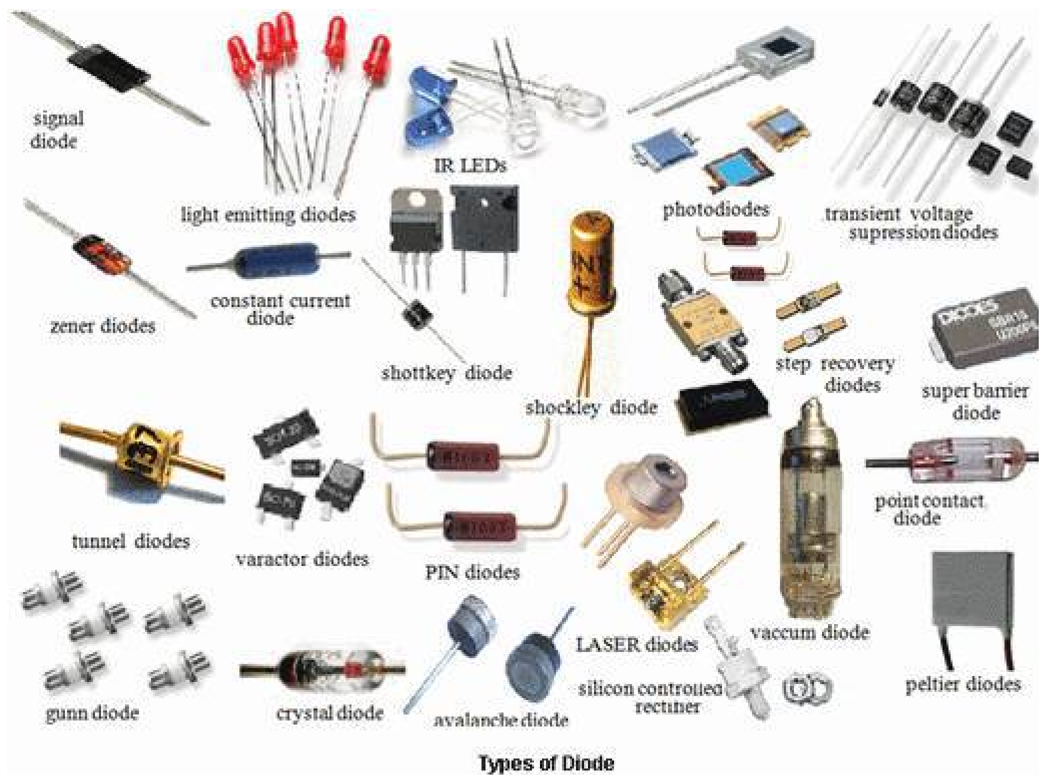
ඉහත a රූපය බලන්න. එහි ඩයෝඩය යොදා තිබෙන්නේ ඒසී විදුලියක් පවතින පරිපථයකයි. මෙවිට ඒසී විදුලියේ එක් අර්ධයකදී (මෙම අවස්ථාවේදී එය x රේඛාවට උඩින් ඇති අර්ධය) ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු වේ මොකද කැතෝඩයට සාපේක්ෂව අනෝඩයට + විභවයක් ලැබී පෙර නැඹුරු වන නිසා. ඒ කියන්නේ කැතෝඩයට සාපේක්ෂව ආනෝඩයට ධන විභවයක් ලැබේ (හෙවත් සම්මත විදුලි ධාරාව අනෝඩයේ සිට කැතෝඩය දක්වා ගමන් කරයි). එවිට ඩයෝඩය විදුලිය සන්නයනය කරයි.

එහෙත් එම ඒසී විදුලියේ අනෙක් අර්ධයේදී ඩයෝඩය පසු නැඹුරු වේ. ඒ කියන්නේ කැතෝඩයට සාපේක්ෂව අනෝඩයට ලැබෙන්නේ සෘණ විදුලියක්ය. මෙවිට ඩයෝඩය විදුලිය සන්නයනය නොකරයි. මේ අනුව ඩයෝඩය විසින් ප්‍රත්‍යාවර්ත විදුලියේ එක් අර්ධයක් සම්පූර්ණයෙන්ම කපා දැම්මා. ඒ කියන්නේ ඩයෝඩයෙන් පිටතට ලැබෙන්නේ හැමවිටම එකම පැත්තට ගමන් කරන විදුලියක් හෙවත් ඩීසී විදුලියක්. (මෙලෙස ලැබෙන ඩීසී විදුලියේ විස්ථාරය අඩු වැඩි වන එක වෙනම කතාවකි; මෙය විචලනය වන ඩීසී විදුලියකි.)

දැන් b රූපය බලන්න. මෙහි a ට වඩා ඇති වෙනස ඩයෝඩයේ පැති මාරු කර සවි කර තිබීමයි. පැති මාරු කළත් පරිපථය ක්‍රියාත්මක වී ඒසී විදුලිය ඩීසී බවට පත් කරනවා. එහෙත් මෙවිට ඩයෝඩය විසින් කපා දමන්නේ යටි පැත්තේ විදුලි අර්ධය නොව උඩු පැත්තේ කොටසයි. ඩයෝඩය පෙර හා පසු

නැඹුරු වීම මත මෙයද විග්‍රහ කර බලන්න.

ඒ අනුව ඩයෝඩයක් මූලිකව භාවිතා කරන්නේ ඒසී විදුලියක් ඩීසී කිරීමටයි. ඊට අමතරව ඩයෝඩය සතු තවත් ගතිගුණද ප්‍රයෝජනයට ගත හැකියි (මෙවිට ඩයෝඩය භාවිතා වෙන්නේ ඒසී සංඥාවක් ඩීසී කිරීමේ අරමුණින් නොවේ). ඩයෝඩයේ අරේඛීය හැසිරීම ප්‍රයෝජනයට ගත හැකියි (මොහොතකින් මේ ගැන විස්තර කෙරේ). ඩයෝඩය හරහා ධාරාව කොතරම් ගියත් නියත 0.7 ක වෝල්ටියතාවක් ඩ්‍රොප් කර ගැනීම ට්‍රාන්සිස්ටර් හා වෙනත් පරිපථ නිර්මාණයේදී ප්‍රයෝජනයට ගන්නවා (ට්‍රාන්සිස්ටර් බයස් කිරීමට, ක්ලිපිං පරිපථ සෑදීමට). මීටත් අමතරව, විශේෂ හැකියාවන් සහිත ඩයෝඩ (ආලෝකය නිකුත් කරන ඩයෝඩ, ආලෝකයට සංවේදී ඩයෝඩ ආදි) නිපදවා තිබෙනවා. දැන් අපි ඩයෝඩවල භාවිතාවන් ගැන සොයා බලමු. කූරු සහිතව මෙන්ම SMD ක්‍රමයටත් ඩයෝඩ මිලදී ගත හැකියි.



Types of Diode

Diode Specification/Parameters

පොදුවේ ඩයෝඩයක පහත දැක්වෙන ප්‍රධාන ගතිගුණ ගැන සැලකිලිමත් විය යුතුයි. diode specification හෝ diode parameters ලෙස මෙම ගතිගුණ ලැයිස්තුව නම් කළ හැකියි.

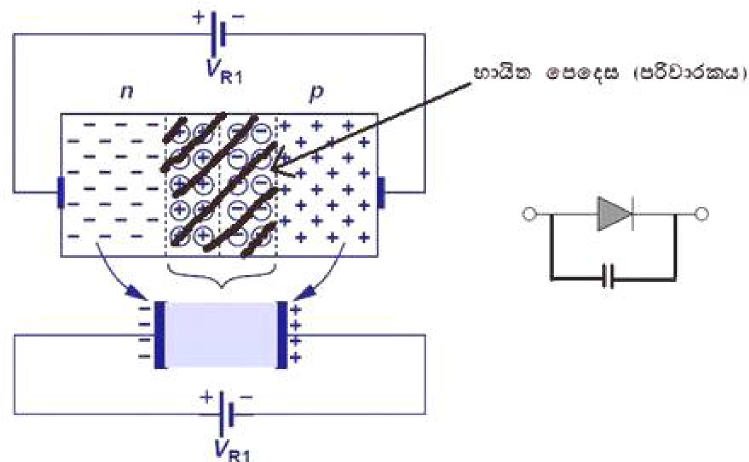
1. ඩයෝඩ වර්ගය (සිලිකන්ද ජර්මේනියම්ද එහෙමත් නැතිනම් වෙනත් ද්‍රව්‍යයක්ද යන වග)
2. ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු කළ හැකි උපරිම වෝල්ටියතාව – V_F (මීට වඩා වැඩි අගයක වෝල්ටියතාවකින් ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු කළොත් ඩයෝඩය විනාශ වේ.)
3. ඩයෝඩය පෙර නැඹුරුවේදී ගලා යා හැකි උපරිම ධාරාව – I_F (මීට වඩා වැඩි ධාරාවක් ගැලුවොත් ඩයෝඩය විනාශ වේ.)

4. කුළු පසු වෝල්ටියතාව – PIV (ඩයෝඩයක් පසු නැඹුරු කළ හැකි උපරිම වෝල්ටියතාව)
5. කාන්දු ධාරාව – I_S (මෙය ඩයෝඩය සාදා තිබෙන ද්‍රව්‍ය මත මූලිකව රඳා පවතින්නකි.)
6. ඩයෝඩ සන්ධි ධාරිතාව
7. reverse recovery time

ඩයෝඩයක ඉහත ලක්ෂණ 7 න් අවසාන ලක්ෂණ දෙක හැරුණහම අනෙක් 5 ගැන අප මීට පෙර ඉගෙන ගත්තා. මීට අමතරව, ඩයෝඩ සන්ධියේ පැවතිය යුතු උපරිම උෂ්ණත්වය තවත් සාධකයකි. මෙම උෂ්ණත්ව ප්‍රමාණය නොඉක්මවීමට වගබලා ගත යුතුය. දැන් ඉතිරි ලක්ෂණ දෙක ගැන සොයා බලමු.

සන්ධි ධාරිතාව (Junction Capacitance)

ඩයෝඩ සන්ධියේ ධාරිතාව යනු කුමක්ද? ඔබ දන්නවා එක ළඟින් ධන හා සෘණ ලෙස ආරෝපණ වෙන් වෙන්ව පවතින විට එතැන අනිවාර්යෙන්ම ධාරිත්‍රක ස්වභාවයක් ගන්නවා (එනම්, එතැන ධාරිත්‍රකයක් ඉබේම සෑදෙනවා). ඉතිං ඩයෝඩයකත් මෙලෙස ආරෝපණ වෙන් වෙනවා නේද එය පසු නැඹුරු කර තිබෙන විට? පසු නැඹුරුවේදී සන්ධිය හායිත පෙදෙසක් (එනම් පරිවාරකයක්) බවට පත් වී, ඒ දෙපස ඉලෙක්ට්‍රෝන හා සිදුරු කඳවුරු බැඳ ගන්නවා. එවිට ඩයෝඩය තුළ ඩයෝඩයට සමාන්තරව ධාරිත්‍රකයක් පවතිනවා යැයි කිව හැකියි.



මෙය ඉතාම අහිතකර තත්වයකි. ඩයෝඩය එක් පැත්තකට පමණක් විදුලියක් ගමන් කිරීමට හැකි උපකරණයක් ලෙසයි විරුදාවලිය ලබා තිබෙන්නේ. එහෙත් ඉහත පැහැදිලි කළ ආකාරයට ඩයෝඩය තුළම ඊට සමාන්තරව කැප් එකක් නිර්මාණය වන විට, ඉන් කියන්නේ එම කැප් එක හරහා හොඳින් ඒසී (විදුලිය හෝ සංඥා) ගමන් කළ හැකියි කියාය. එනම් ඩයෝඩ ක්‍රියාකාරිත්වයට එය මරු පහරකි.

එහෙත් වාසනාවකට මෙන් එම සන්ධි ධාරිතාව ඉතාම කුඩාය. ඒ කියන්නේ $X_C = 1/2\pi fC$ සූත්‍රයට අගයන් ආදේශ කළ විට, C ඉතාම කුඩා නිසා ප්‍රතිබාදක අගය ඉතා විශාල වේ. එවිට, ධාරිත්‍රකය හරහා ඒසී තරංගයට ගමන් කිරීමට දුෂ්කර වෙනවා. කොතරම් දුෂ්කර වෙනවාද කියතොත්, සාමාන්‍ය භාවිතයේදී ඒසී තරංග ගමන් කරන්නේ නැතැයි සලකනවා.

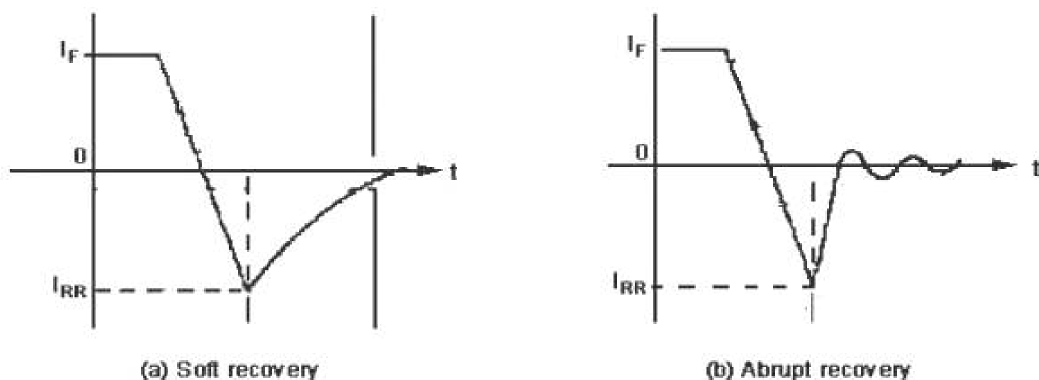
එහෙත් විවිධාකාරයෙන් ඩයෝඩ සාදන නිසා, සමහර ඩයෝඩවල මෙම ධාරිතාව තරමක් ඉහල යා හැකියි (ඒ කියන්නේ ඔබ උත්සහ කරන්නට ඕන හැකි පමණ අවම සන්ධි ධාරිතා අගයක් සහිත ඩයෝඩ මිල දී ගැනීමට).

තවද, ඉහත සූත්‍රය අනුවම, ඒසී තරංයේ සංඛ්‍යාතය වැඩි වන විට, ප්‍රතිබාධකය අඩු වේ. ඒ කියන්නේ ඉහල සංඛ්‍යාතවලදී ඩයෝඩයේ මෙම ධාරිතාව ගොඩක් කරදර කරන්නට පුලුවන්. එවැනි අධිසංඛ්‍යාත සංඥා යන මාර්ගවල ඩයෝඩ යොදන විට, ඒ සඳහාම නිපදවූ ඉතාම අඩු ධාරිතාවක් පෙන්නුම් කරන ඩයෝඩ යෙදිය යුතුය.

සන්ධි ධාරිතාව සාමාන්‍යයෙන් වදයක් වුවද, වේරිකැප් නමින් ඩයෝඩ වර්ගයක් නිපදවා තිබෙනවා සන්ධි ධාරිතාව ප්‍රයෝජනවත් වැඩකට යොදා ගන්නා. මේ ගැන මොහොතකින් විස්තර කෙරෙනවා.

Reverse Recovery Time

ඩයෝඩයක් පෙර නැඹුරුවේදී විදුලිය ගමන් කරන බවද, පසු නැඹුරු කළ විට විදුලිය ගමන් නොකරන බවද ඔබ දන්නවා. එහෙත් මෙහිදී වෙනත් සංසිද්ධියක්ද සිදු වේ. එනම්, පෙර නැඹුරුවේ සිට පසු නැඹුරුවට යන විට, ඩයෝඩය ඉතාම කෙටි කාලයක් සඳහා විදුලිය ගමන් කරවනවා. මෙම ධාරාව ගලන්නේ පෙර නැඹුරු ධාරාවට විරුද්ධ දිශාවටයි (එනම් පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාවේ දිශාව ඔස්සේය). එම ඉතා සුලු කාලයට පසුව සුපුරුදු ලෙසම පසු නැඹුරු ඩයෝඩය හරහා විදුලිය ගමන් කිරීම නතර වෙනවා (එනම් "රිකවර් වෙනවා"). පහත රූපයේ ඩයෝඩ වර්ග දෙකක රිවර්ස් රිකවරි පෙන්නුම් කරනවා. එකක් සෙමින් රිකවර් (ශූන්‍ය මට්ටමට පත්වීම) වේ (soft/slow recovery). එලෙසම අනෙක තරමක වේගයෙන් රිකවර් වේ (abrupt/fast recovery).



(a) Soft recovery (b) Abrupt recovery

මෙම ධාරාව ගලන්නේ ඉතාම කෙටි කාලයක් තුළ පමණි. එය නැනෝතත්පර කිහිපයක සිට මයික්‍රොතත්පර කිහිපයක් දක්වා පරාසයක පවතී. මෙම රිකවරි කාල පරාසය තුළ, පවර් රෙක්ටිෆයර් තමයි වැඩි කාලයක් රිකවර් වෙන්නට ලබා ගන්නේ. සාමාන්‍ය සිග්නල් ඩයෝඩවල රිකවරි කාලය මීට වඩා තරමක් අඩුය. රිකවරි කාලය අඩු ඩයෝඩ **fast recovery diode** ලෙස හැඳින්වේ. මෙවා switching diode ලෙසද හැඳින්විය හැකියි. මීටත් වඩා අඩු රිකවරි කාලයක් සහිත ඩයෝඩ **very fast recovery diode** ලෙස හැඳින්වේ. මෙවා **fast switching diode** ලෙසද හැඳින්වේ. මීට අමතරව ෂොට්කි ඩයෝඩවල රිකවරි කාලය 0 වේ.

මෙවැනි රිකවරි කාලයක් පැවතීමට ඇත්තේ සරල හේතුවකි. ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු කර ඇති විට එහි හායිත පෙදෙස සම්පූර්ණයෙන්ම අහෝසි වී තිබේ. මෙවිට ඉලෙක්ට්‍රෝන හා සිදුරු ඩයෝඩය පුරා දළ වශයෙන් ඒකාකාරව පැතිර පවතිනවා. සන්ධිය අවට මෙලෙස යහමින් නිදහස්ව පවතින ආරෝපණ වාහක stored charge හෙවත් space charge ලෙස හැඳින්වේ. එහෙත් එය එකවර පසු නැඹුරු කළ විට, සුපුරුදු ලෙස හායිත පෙදෙසක් ඇති වේ. ඔබ දන්නවා එහිදී සන්ධිය අවට **ඉලෙක්ට්‍රෝන හා සිදුරු එකිනෙකට කැපී යනවා (recombination)**. මෙම කැපී යාම නිසාමනෙ සන්ධිය අවට හායිත පෙදෙස බිහි වෙන්නෙත්. ඉතිං මෙම විරුද්ධ ආරෝපණ කැපී යැමේ ක්‍රියාවලිය සිදුවීමට යම් කාලයක් ගත වෙනවා. එම කාලය තමයි **රිවර්ස් රිකවරි ටයිම් (recovery time)** ලෙස හැඳින්වෙන්නේ. මෙම සිද්ධිය සාදයකට උපමා කළ හැකියි. සාදය පවතින කාලය තුළ ක්‍රියාකාරිත්වය ඉතාම ඉහලය. එහෙත් සාදය අවසන් කළ ගමන්ම එම සෝෂාව හා ක්‍රියාකාරිත්වය එකවරම නවතින්නේ නැහැනෙ. ඒ සඳහා ටික කාලයක් ගනී.

ඩයෝඩයක කුමන හෝ ප්‍රමාණයකින් රිකවරි කාලයක් තිබේ නම්, මෙම කාලය තවත් සාධක දෙකක් මත වෙනස් වේ. ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු කර තිබූ වෝල්ටියතාව (V_F) වැඩි නම්, රිකවරි කාලයද වැඩි වේ. උදාහරණයක් ලෙස, යම් ඩයෝඩයක් වෝල්ට් 5 කින් පෙර නැඹුරු කළ විට රිකවරි කාලය මයික්‍රොතත්පර 10 නම්, එම ඩයෝඩයම වෝල්ට් 7 කින් පෙර නැඹුරු කළ විට රිකවරි කාලය මයික්‍රොතත්පර 15 ක් විය හැකිය. පෙර නැඹුරු වෝල්ටියතාව වැඩියි යනු වැඩිපුර ආරෝපණ වාහක (ඉලෙක්ට්‍රෝන හා සිදුරු) ඩයෝඩය තුළ පවතිනවා යන්නයි (එනම් ස්ටෝර්ඩ් චාජ් වැඩිපුර තිබේ). ඉතිං වැඩිපුර ආරෝපණ තිබෙන විටක, පසු නැඹුරු කළ පසු එම වැඩිපුර ඇති සිදුරු හා ඉලෙක්ට්‍රෝන එකිනෙකට උදාසීන වීමට වැඩි කාලයක් ගත වෙනවා නේද? සාදයේ උපමාවම ගතහොත් මෙය හරියට සාදය තුලදී ගොඩක් අරක්කු බොන්නට සැලැස්සුවා සේය. ඉතිං සාදය තුල මත්ව ඇති පිරිසේ මත් ගතිය වැඩි තරමට සාදය අවසන් වුවත්, ඔවුන් නවත්වන්නට බොහෝ වෙලාවක් යනවා.

දෙවැනි සාධකය නම්, ඩයෝඩය පසු නැඹුරු කරන වෝල්ටියතාවයි. ඒ කියන්නේ ඩයෝඩයේ පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාව වැඩි විට, රිකවරි කාලය අඩු වේ. මෙයත් සිතා ගත හැකියි පහසුවෙන්. පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාව වැඩියි යනු හායිත පෙදෙස ඉක්මනින් සෑදීමට උදව් කිරීමකි. එම උදව්ව නිසා ඉක්මනින් සිදුරු හා ඉලෙක්ට්‍රෝන එකිනෙකට උදාසීන වෙනවා.

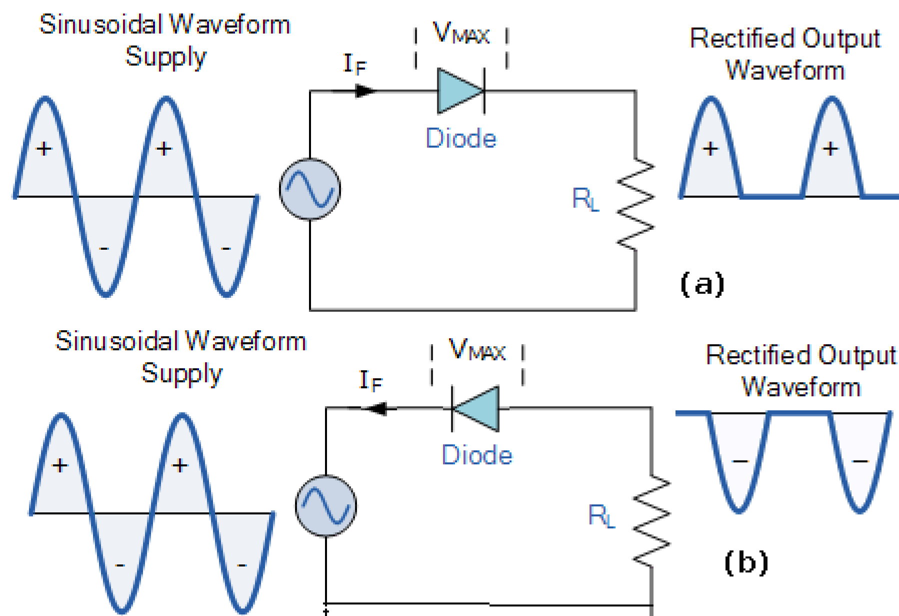
ඩයෝඩයකින් ඒසී විදුලියක් ඩීසී කරනවා යැයි පවසන විට, එම ගුණය සෘජුවම පාවිච්චි කරනවා අවස්ථා දෙකකදී. එකක් නම් ඒසී විදුලිය විදුලිබලයක් (electricity) ලෙස භාවිතා කරන අවස්ථාව හා අනෙක නම් ඒසී විදුලිය ඒසී සංඥාවක් (electric signal) ලෙස භාවිතා කරන අවස්ථාවයි. විදුලිබලයක් සහිත අවස්ථාවේදී භාවිතා වෙන ඩයෝඩය **සෘජුකාරක ඩයෝඩය (rectifying diode)** හෝ **සෘජුකාරකය (rectifier)** ලෙස හැඳින්වෙන අතර, සංඥාවක් සහිත අවස්ථාවකදී භාවිතා වන ඩයෝඩය **සංඥා ඩයෝඩය (signal diode)** ලෙස හැඳින්වෙනවා.

රෙක්ටිෆයර් හා විදුලිය සෘජුකරණය

ඔබ දන්නවා අපට ලැබෙන මේන්ස් විදුලිය ඒසී බව. මෙම ඒසී විදුලියෙන් බොහෝ විදුලි උපකරණ ක්‍රියාත්මක කිරීමට පෙර මෙම ඒසී විදුලිය ඩීසී විදුලියක් බවට පත් කර ගත යුතු වෙනවා. මෙම ක්‍රියාව විදුලිය සෘජුකරණය (rectification) ලෙස හැඳින්වෙනවා. සෘජුකරණය කිරීමට යොදා ගන්නා ඉලෙක්ට්‍රොනික උපාංගය තමයි රෙක්ටිෆයරය (ඩයෝඩය). කුඩා විදුලිබලයක සිට අතිවිශාල

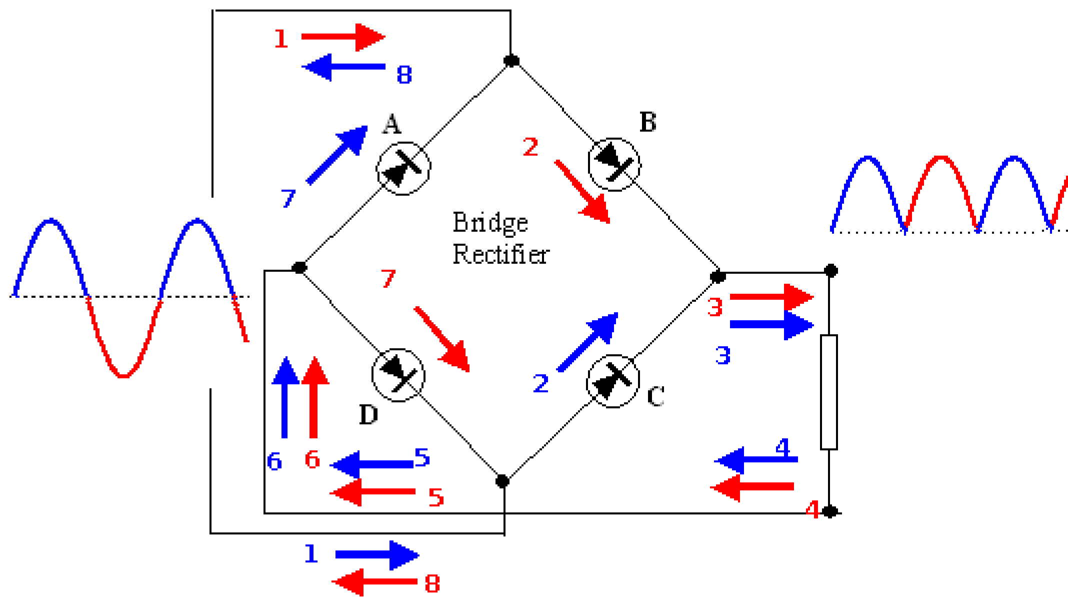
විදුලිබලයක් දක්වා පරාසයක් සඳහා රෙක්ටිෆයර් නිපදවා තිබෙනවා (සපෝට් කරන විදුලිබල ශක්තිය වැඩි වන විට, රෙක්ටිෆයරයද විශාල වේ). විශාල විදුලිබලයක් සෘජුකරණය කරන විට, එවැනි බලසම්පන්න සෘජුකාරක ඩයෝඩ **ජව ඩයෝඩ (power diode)** ලෙසද හැඳින්වෙනවා. සෘජුකරණ ක්‍රම කිහිපයක් ඇත.

පහත රූපයේ ආකාරයට එක් රෙක්ටිෆයරයක් සවි කළ විට විදුලිය රූපයේ දක්වා ඇති පරිදිම සෘජුකරණය වෙනවා. මෙහිදී ඒසී තරංගයේ එක් අර්ධයක් සම්පූර්ණයෙන්ම කැපී යනවා. ඩයෝඩය සවි කරන පැත්ත අනුව එලෙස කැපී යන්නේ ඒසී තරංගයේ උඩ (ධන) අර්ධගෝලයද යට (සෘණ) අර්ධගෝලයද යන්න තීරණය වෙනවා. මෙය **අර්ධ තරංග සෘජුකරණය (half-wave rectification)** ලෙස හැඳින්වේ.



මෙම ක්‍රමය තමයි සරලතම හා ලාභතම සෘජුකරණ ක්‍රමය. එලෙසම නරකම සෘජුකරණ ක්‍රමයත් මෙයයි. ඊට හේතුව රූපය බැලුවත් පෙනෙනවා. එනම්, ඩයෝඩය විසින් ඒසී විදුලිබල ශක්තියෙන් හරි අඩක්ම කපා හරින නිසා, අවසානයේ ප්‍රයෝජනයට ගැනෙන්නේ සැපයුම් විදුලියෙන් භාගයකි. මෙය එක්තරා විදියක නාස්තියකි. අර්ධ තරංග සෘජුකරණයේදී ලැබෙන ඩීසී විදුලියේ "තඩි වලවල්" හෙවත් "ගැස්සිල්ල" ඇත (එනම් විචලනය ඉතාම අධිකය). මෙම දෝෂ දෙකම මඟ හැරීමට නම් කරන්නට තිබෙන්නේ සැපයුම් ඒසී විදුලියේ අර්ධගෝල දෙකම අවුට්පුට් කිරීම නේද? එය පහත රූපයේ දැක්වේ. මෙම ක්‍රමය **පූර්ණ තරංග සෘජුකරණය (full-wave rectification)** වේ.

ඇත්තටම පූර්ණ තරංග සෘජුකරණ ක්‍රම දෙකක් ඇත. මෙම ක්‍රමය තමයි වැඩිපුරම භාවිතා කෙරෙන්නේ. **සේතු සෘජුකරණය (bridge rectification)** යන නම මෙම ක්‍රමයට යොදනවා.



මෙවිට රෙක්ටිෆයර් 4 ක් පෙන්වා ඇති ලෙසටම සම්බන්ධ කළ යුතුය. රෙක්ටිෆයර් එතරම් මිල නොවන උපාංගයක් නිසා, හැම අතින්ම අර්ධ තරංග සෘජුකරණයට වඩා පූර්ණ තරංග සෘජුකරණය වටිනවා. තරංග අර්ධ දෙකම අවුට්පුට් කරන නිසා එය පූර්ණ තරංග සෘජුකරණය ලෙස නම් කෙරෙනවා. එහි ප්‍රතිපලයක් ලෙස විදුලියේ විචලනය විශාල ලෙස අඩුය. විදුලි තරංගයේ එක් අර්ධයක් රතු ඊතලවලින් යන මාර්ගය ඔස්සේද, අනෙක් අර්ධය නිල් ඊතලවලින් යන මාර්ගය ඔස්සේද ගමන් කරනවා. අංක ඔස්සේ ගමන් කරන්න.

බ්‍රිජ් ක්‍රමයේදී රෙක්ටිෆයර් 4 ක් තිබුණත් එක් අර්ධයකදී හැමවිටම ඩයෝඩ 2 ක් හරහා පමණයි විදුලිය ගමන් කරන්නේ (ඉහත රූපය බලන්න). උදාහරණයක් ලෙස, රතු පාටින් නිරූපණය කරන අර්ධය B හා D යන ඩයෝඩ දෙක හරහා පමණි ගමන් කරන්නේ.

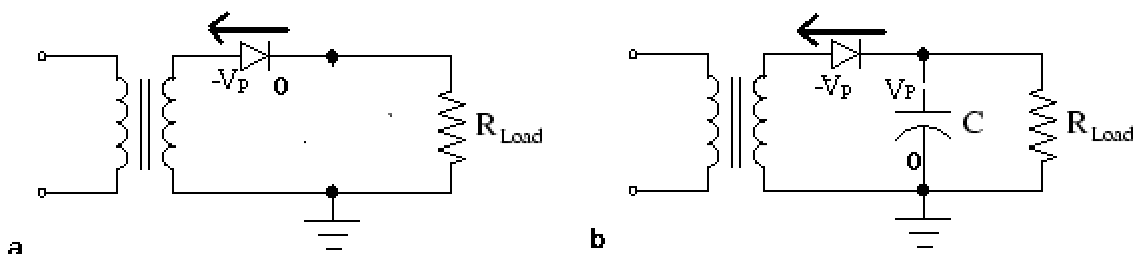
අර්ධ තරංග සෘජුකරණයේදී ඉන්පුට් වෝල්ටියතාවෙන් 0.7 ක වෝල්ට් ප්‍රමාණයක් ඩයෝඩය විසින් රඳවා ගන්නා අතර, බ්‍රිජ් ක්‍රමයේදී එවැනි වෝල්ටියතා දෙකක් හෙවත් 1.4 ක වෝල්ට් ප්‍රමාණයක් රෙක්ටිෆයර් සඳහා රඳවා ගන්නවා. 6 වෝල්ට් හෝ එවැනි කුඩා ඒසී විදුලියන් සෘජුකරණය කරන විට මෙම 0.7 හෝ 1.4 වැනි කුඩා වෝල්ටියතා අඩුවීමක් වුවද ප්‍රශ්නයක් වීමට පුලුවන්. මෙය මඟ හැරීමට තිබෙන එකම ක්‍රමය ඔබට වෝල්ට් 6 ක ඩීසී විදුලියක් අවශ්‍ය නම්, ඒසී විදුලිය වෝල්ට් 8 ක් වත් වන සේ ගත යුතුය. ඇත්තටම පවර් රෙගුලේටර් භාවිතා කරන්නටත් සිතනවා නම්, ඒ සඳහාද යම් වැඩිපුර වෝල්ට් ගණනක් වෙන් කළ යුතු වෙනවා. උදාහරණයක් ලෙස, වෝල්ට් 6 ක ඩීසී විදුලියක් අවශ්‍ය විට, වෝල්ට් 9 කවත් ඒසී විභවයක් තිබිය යුතුයි (එනම් වෝල්ට් 9 ක් අවුට්පුට් කරන ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයක් භාවිතා කළ යුතුයි).

සෘජුකරණය කරන විදුලිබලයේ විශාලත්වයට ගැලපෙන රෙක්ටිෆයර් හැමවිටම යෙදිය යුතුය. සාමාන්‍යයෙන් විදුලිබලයේ සංඛ්‍යාතය ඉතා කුඩාය (හර්ට්ස් 50, 60 වැනි). එනිසා ඉහතදී ඩයෝඩ සන්ධියේ ධාරිතාව යන සාධකය රෙක්ටිෆයර් සඳහා කිසිසේත් ගණන් ගන්නේ නැත (මෙම ධාරිතාව කරදරයක් බවට පත් වන්නේ අධිසංඛ්‍යාතයන් සඳහා බව මුලදී පෙන්වා දුන්නා). එහෙත් I_F, PIV යන සාධක 2 රෙක්ටිෆයර් සඳහා ඉතාම වැදගත් වේ.

ඔබ සෘජුකරණයෙන් පසු බලාපොරොත්තු වන ධාරා ප්‍රමාණයක් තිබෙනවානෙ. මෙන්න මෙම ධාරා ප්‍රමාණයට සමාන හෝ ඊට වැඩි අගයක් වන ලෙස I_F තෝරාගත යුතුයි.

I_F තීරණය කිරීම ඉහත පෙන්වා දුන් පරිදි ඉතාම සරල වුවත්, PIV අගය එකවර එලෙස සරලව තීරණය කළ නොහැකි වන්නට හැකියි. ඊට හේතුව මෙයයි. යොදා ගන්නේ අර්ධ තරංග සෘජුකරණයද, පූර්ණ තරංග සෘජුකරණයද යන්න මත හා සෘජුකරණයට පසුව ධාරිත්‍රක යොදා සුමටකරණය සිදු කරනවාද නැද්ද යන්න මත PIV අගය තීරණය වේ (සුමටකරණය ගැන දෙවැනි පොතෙන් ඉගෙන ගෙන තිබෙනවා). එහෙත් එක දෙයක් ස්ථිරවම කිව හැකියි. එනම්, ඕනෑම අවස්ථාවකට පොදුවේ භාවිතා කරන්නට පුලුවන් PIV අගයක් තිබෙනවා. එය සෘජුකරණය කරන්නට හදන ඒසී විදුලියේ කූටු අගය (V_P) මෙන් දෙගුණයකි. ඒ කියන්නේ ඔබ මිලදී ගන්නා ඩයෝඩවල PIV අගය ඒසී කූටු අගය මෙන් දෙගුණයක් නම්, කුමන සෘජුකරණ ක්‍රමය භාවිතා කළත්, සුමටකරණය කළත් නොකළත් කිසිම ගැටලුවක් ඇති නොවේ.

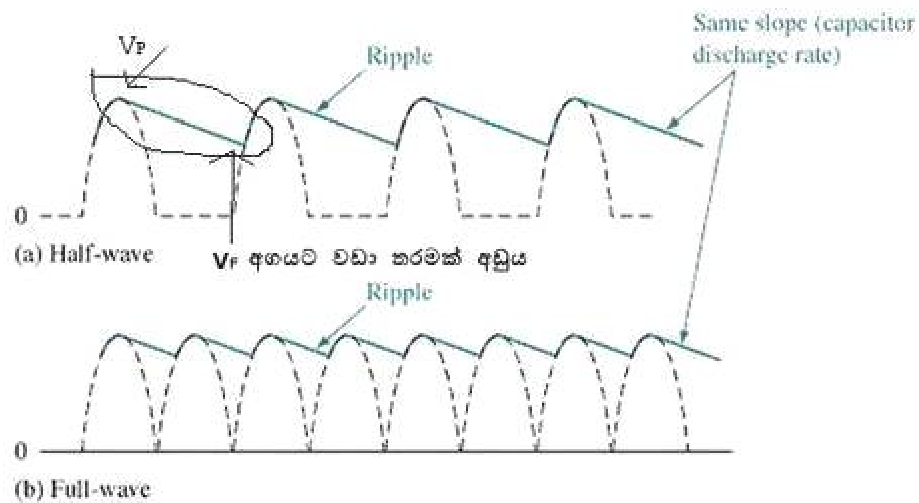
ඇත්තටම PIV අගය තීරණය කරන සරල පැහැදිලි ක්‍රමවේදයක් තිබේ. ඕනෑම වර්ගයක සෘජුකරණයේදී යොදාගෙන තිබෙන ඩයෝඩයක් එක් විදුලි තරංගයක් තුළදී අවශ්‍යයෙන්ම එක්වරක් පසු නැඹුරුවට පත් වේ. මෙලෙස පසු නැඹුරු වන විට, අදාල ඩයෝඩයේ දෙපස කොතරම් උපරිම වෝල්ට් ගණනක් පවතීද යන්නයි බැලිය යුත්තේ. අර්ධ තරංග සෘජුකරණ පරිපථය (a) බලන්න. මෙහිදී පසුනැඹුරුවේදී ඩයෝඩය දෙපස V_p ට සමාන වෝල්ටියතාවක් තමයි උපරිමව පිහිටන්නේ (ඇනෝඩයේ $-V_p$ ද කැතෝඩයේ 0 ද වශයෙන්). ඒ කියන්නේ අර්ධ තරංග සෘජුකරණයේදී ඩයෝඩයේ PIV අගය V_p ට සමාන වේ.



දැන් b බලන්න. මෙහිදී අර්ධ තරංග සෘජුකරණය සමග ධාරිත්‍රක සුමටකරණය සිදු කර ඇත. එවිට තත්වය විග්‍රහ කර බලමු. පෙර නැඹුරුවේදී සාමාන්‍ය පරිදි ලෝඩ් එකට විදුලිය ගමන් කරන අතරම සුමටකරණ ධාරිත්‍රකය චාජ් වේ උපරිම වෝල්ටියතා අගය දක්වා (එනම්, V_p දක්වා). දැන් තරංගයේ අනෙක් අර්ධයට පැමිණෙන විට, ඩයෝඩය පසු නැඹුරු වේ. සාමාන්‍යයෙන් (එනම් ධාරිත්‍රකය නොතිබ්බා නම්) මෙවිට ඩයෝඩය හරහා V_p ට සමාන වෝල්ටියතාවක් පිහිටිය යුතුයිනෙ (ඉහත a අවස්ථාව). ඒ කියන්නේ මේ අවස්ථාවේදී කැතෝඩයේ 0 ද අනෝඩයේ $-V_p$ ද පවතී. එහෙත් දැන් මීට අමතරව චාජ් වී ඇති කැප් එකේද දළ වශයෙන් V_p වෝල්ටියතාවක් පවතී. මෙන්න මෙම කැප් එකේ V_p අගයත් දැන් එකතු වී තමයි ඩයෝඩය පසු නැඹුරු කරන්නේ. ඒ කියන්නේ දැන් V_p අගය මෙන් දෙගුණයක පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාවක් ඩයෝඩයට දැනෙනවා ($V_p - (-V_p) = V_p + V_p = 2V_p$).

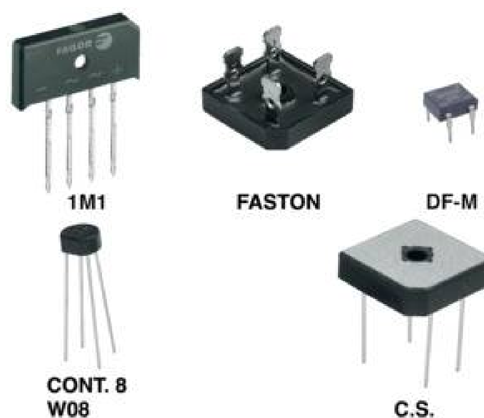
සත්‍ය වශයෙන්ම පසු නැඹුරු අවස්ථාවේදී කැප් එක එම පසු නැඹුරු කාලය පුරාම එක සේ V_p අගයේම නොපවතී. පෙර නැඹුරු අවස්ථාවේදී එම තරංග අර්ධයේ උපරිමය දක්වා කැප් එක චාජ්වී, එම අර්ධ

තරංගයේ "බඟින කලාවේදි" ක්‍රමයෙන් කැප් එකේ අගයද බසී. එවිතරක්ද නොවේ, පසු නැඹුරුවේදී "වල පුරවන්නේද" කැප් එකේ චාජ් එකෙන්ය. එවිට කැප් එක තවදුරටත් ඩිස්චාජ් වේ. එහෙත්, අප සුමටකරණ කැප් එකක අගය තීරණය කරන්නේ කැප් එකෙන් යම් ප්‍රතිශතයක් දක්වා ඩිස්චාජ් වන ලෙසනෙ (මේ ගැන දෙවැනි පොතේ විස්තර කෙරිණි). පහත රූපයේ රවුම් කර තිබෙන්නේ මෙලෙස යාන්තමට ඩිස්චාජ් වන හැටියි. ඉතිං දළ වශයෙන් මෙම කුඩා ඩිස්චාජ්වීම අප නොසලකා හරිනවා. කැප් එක V_p දක්වා චාජ්ව පවතිනවා යනුවෙන් සලකනවා.



මෙලෙසම තර්ක කර සුමටකරණ ධාරිත්‍රක සහිතව හා රහිතව බ්‍රිජ් ඍජුකාරක අවස්ථාවලදී තිබිය යුතු PIV අගයන් ගණනය කළ හැකියි දැන්. එහිදී සුමටකරණය නොමැති බ්‍රිජ් ක්‍රමයේදී ඩයෝඩයක PIV අගය V_p අගයට සමානයි. සුමටකරණ ධාරිත්‍රකයක් යොදා ඇති විටද PIV අගය V_p මෙන් දෙගුණයකි.

බ්‍රිජ් ඍජුකරණයේදී ඩයෝඩ 4 ක් හැමවිටම යෙදෙන බැවින්, මේ සඳහාම තනි උපාංගයක් ලෙස සේතු ඍජුකාරකය (bridge rectifier) නමින් උපාංගයක් සාදා තිබෙනවා එම ඩයෝඩ 4 ම එකම පැකේජය තුළ සාදමින්. මේ නිසා වියදමද අඩු වන අතර, පරිපථවලට යොදන විට පහසුවක් හා ඉඩ අඩුවෙන් වැයවීමක්ද සිදු වන නිසා හැම අතින්ම මෙය වාසිදායකය.



එකම පැකේජය (කේසිං එක) තුළ තිබෙන නිසා උෂ්ණත්වය වැඩි වූ විට එම ඩයෝඩ 4 ටම එක ලෙස එය බලපානවා. ඒ කියන්නේ උෂ්ණත්වය හෝ එවැනි පාරිසරික සාධක ඩයෝඩ 4 ටම බලපාන්නේ එකම අයුරින්. මෙයත් හොඳ ලක්ෂණයක් ලෙස භාවිතා කෙරෙන අවස්ථා පරිපථ නිර්මාණයේදී හමු වෙනවා (මෙම ලක්ෂණය temperature tracking යන නමින් හැඳින්වෙනවා).

මෙහි පින් 4 නිවැරදිව හඳුනාගතද යුතු වෙනවා. ඒ සඳහා බොහෝවිට +, -, ~ වැනි සංඛේත පින් අසල ඇඳ තිබෙනවා. ඇත්තටම + හා - පින් 2 හඳුනා ගැනීමම ප්‍රමාණවත්. පහත දකුණු කෙළවර පිංතූරයෙන් දැක්වෙනවා මෙම + හා - හා ~ පින් වලින් හැඳින්වෙන්නේ කුමන ඒවාද යන්න.



සටහන
සමහර පරිපථ කොටස් තිබෙනවා ඒවායේ යොදන උපාංග සියල්ලම හෝ කිහිපයක් පාරිසරික සාධකවලට මුහුණ දෙන විට එකම ප්‍රමාණයෙන් ප්‍රතිචාර දැක්විය යුතු. ඇත්තටම හැම තිස්සෙම වාගේ අපට විශාල ලෙස බලපාන පාරිසරික සාධකය තමයි උෂ්ණත්වය. තිබෙන දූවිලි ප්‍රමාණය, ආර්ද්‍රතාව (humidity), පීඩනය වැනි පාරිසරික සාධක උෂ්ණත්වය තරම් පරිපථවලට බලපෑම් එල්ල කරන්නේ නැහැ සාමාන්‍යයෙන්.

ඉලෙක්ට්‍රොනික් උපාංග සියල්ලම පාහේ උෂ්ණත්වය අනුව විචලනය වන බව ඔබ දන්නවා. උදාහරණයක් ලෙස යම් ඩයෝඩයක් අංශක 50 උෂ්ණත්යේ තිබෙන විට, එම උපාංගයේ අගය 2% කින් විචලනය වූවා යැයි සිතමු. එම පරිපථයේම තවත් ඩයෝඩයක් අංශක 75 උෂ්ණත්වයේ පවතින විට, එම උපාංගයේ අගය 5%කින් විචලනය වේවි යැයිද සිතමු. තමන්ට දැනෙන උෂ්ණත්වය අනුව අගයන් වෙනස් වන බව ඉතිං පැහැදිලියිනෙ.

මෙලෙස යොදා ඇති පරිපථ උපාංගවල අගයන් උෂ්ණත්වය අනුව වෙනස් වීම එම පරිපථය අවුල් කිරීමට හේතු වේ. පරිපථ ක්‍රියාත්මක වන විට රත්වීම නැවැත්වීමටද ක්‍රමයක් නැත. එනිසා රත් වීම පාලනය කිරීම හෝ/හා රත් වීම නිසා අගයන් සුලු වශයෙන් වෙනස් වීමට ඔරොත්තු දෙන ලෙසට පරිපථ සැලසුම් කළ යුතුය (මේ ගැන මීට පෙරත් කතා කර තිබෙනවා).

මීට අමතරව තවත් පරිපථ වර්ග/කොටස් තිබෙනවා (උදාහරණයක් ලෙස ඔප් ඇම්ප් හා ඩිෆරන්ෂල් ඇම්ප්) ට්‍රාන්සිස්ටර් (හෝ වෙනත් උපාංග) දෙකක් හෝ කිහිපයක් උෂ්ණත්වය මත තම අගයන් වෙනස් කර ගන්නා විට, එම වෙනස්වීම ඒ උපාංග සියල්ලන්ගේම එකම මට්ටමින් සිදු විය යුතු. උදාහරණයක්

ලෙස, ඔප් ඇම්ප් එකක මෙවැනි හැසිරීමක් බලාපොරොත්තු වන ට්‍රාන්සිස්ටර් 2 ක් තිබෙනවා යැයි සිතමු. සුපුරුදු ලෙසම මෙම ට්‍රාන්සිස්ටර් දෙකම රත් වෙනවා ඒවා ක්‍රියා කරන විට. එහෙත් ඉහත කොන්දේසිය අනුව, එලෙස රත් වීම නිසා අගයන් වෙනස් වීමේදී එම ට්‍රාන්සිස්ටර් දෙකම එකම ප්‍රතිශතයකින්/අගයකින් වෙනස්විය යුතුය.

මෙම කොන්දේසි සපුරාලිය හැක්කේ කෙසේද? එය කළ හැකි ක්‍රමය මෙයයි.

1. මෙම උපාංග දෙකම නිෂ්පාදනය කරන විට, එකට නිෂ්පාදනය කිරීමයි. ඔබ සතුව එකම වර්ගයේ ට්‍රාන්සිස්ටර් කිහිපයක් ඇතැයි සිතන්න. ඒවායේ අංකද ගතිගුණද එක සමාන යැයි ඔබ සිතනු ඇත. ඇත්තටම සිදු විය යුත්තේ එය තමයි. එහෙත් ප්‍රායෝගිකව එසේ නොවේ. එක ට්‍රාන්සිස්ටරයක් ගිය අවුරුද්දේද අනෙක අවුරුදු 4 කට උඩදී නිෂ්පාදනය කර තිබෙන්නට හැකියි නේද? එහෙමත් නැතිනම් එකක් පෙරේදාද අනෙක ඊයේ නිෂ්පාදනය කර තිබෙන්නට පුලුවන්. ඒ කියන්නේ එම උපාංග දෙක නිපදවා තිබෙන්නේ එකම වෙලාවේ නොවේ.

එකවර (එකම තත්පරයේ) නිපදවා නැතැයි යනු ඒවා විවිධ විය හැකියි යන්නයි. ඊට හේතුව ඊයේ සාදපු එකට යොදපු මිශ්‍රණයට වඩා ඉතා සියුම්ව හෝ වෙනසක් තිබෙනවා වෙනත් වෙලාවක සෑදූ එකේ. ගෙයක් සාදන විට සකස් කරන බදාමය ගැන සිතන්න. සිමෙන්ති, වැලි, ජලය මිශ්‍රණය දළ වශයෙන් එකම වුවත්, එම මිශ්‍රණය සාදන සෑම අවස්ථාවකදීම සුලු වශයෙන් හෝ එය වෙනස් වෙනවා නේද? අන්න එවැනිම දෙයක් තමයි ඉලෙක්ට්‍රොනික (හෝ වෙනත් ඕනෑම) උපාංගයක් සාදන විටත් සිදු වන්නේ.

ඊට අමතරව නිෂ්පාදනය කරන යන්ත්‍රයේ හා ක්‍රියාවලියේද සියුම් වෙනස් කම් තිබිය හැකියිනෙ. නැවතත් බදාම මිශ්‍රණය ගැන සිතන්න. ඔබ ඉතාම නිවැරදිව අනුපාතයන් සකස් කළත්, බදාමය මිශ්‍ර කරන විට, ඒවා මිශ්‍රවීම හැමතිස්සෙම එකම සමාන අයුරින් සිදු කළ නොහැකියිනෙ. ඒ කියන්නේ ක්‍රියාවලිය හැමවිටම 100% සමාන වන අයුරින් පවත්වාගෙන යා නොහැකි බවයි.

ඉහත ගැටලු දෙකම නැහැ එකම මොහොතේ එම උපාංග දෙක නිපදවිය හැකි නම් නේද? ඔව්. තවත් හොඳයි එකම පැකේජය තුළ එක ඒකකයක් ලෙස මෙම උපාංග දෙක නිපදවිය හැකි නම්. බ්‍රිජ් රෙක්ටිෆයරය නිපදවා තිබෙන්නේ මෙලෙසයි. එය විතරක් නොවේ, තවත් උපාංග රාශියක් මෙලෙස එකම පැකේජයක් තුළ නිෂ්පාදනය කරනවා. මෙලෙස එකම පැකේජය තුළ උපාංග දෙකක් නිපදවන විට, එම උපාංග දෙක matched pair ("ගැලපූ ජෝඩුව") යනුවෙන් හඳුන්වනවා.

2. අනෙක් කොන්දේසිය වන්නේ එවැනි හැසිරීමක් දැක්විය යුතු උපාංග එකම උෂ්ණත්වයකට ලක් කිරීමයි. එක් උපාංගයක් 50 ටත් තව එකක් 70 ටත් ආදී ලෙස වෙනස් උෂ්ණත්ව යටතේ නොතැබිය යුතුය. මෙම කොන්දේසියත් ප්‍රායෝගිකව පහසුවෙන් ඉටු කර ගත හැකියි උපාංග ටික එකම පැකේජය තුළ කුඩාවට සකස් කර ගත් විට. එවිට, එම ස්ථානයේ (එනම් පැකේජයේ) තිබෙන සියලු උපාංගවලට එකම උෂ්ණත්වය ලැබේ.

ඒ අනුව, උෂ්ණත්වයට එකම ආකාරයෙන් සංවේදී විය යුතු උපාංග අවශ්‍ය වූ විට, ඒවා එකට එකම පැකේජය තුළ නිපදවිය යුතු වෙනවා කියන එක පැහැදිලියිනෙ. උපාංග කිහිපයක් එකම ආකාරයෙන් උෂ්ණත්වයට සංවේදීවීමට සලස්වා එක සමාන අගය වෙනස්වීමක් ලබා ගැනීම temperature tracking ලෙස හැඳින්වෙනවා. ඉහත රූපයේ දැක්වූයේ මෙලෙස සෑදූ බ්‍රිජ් රෙක්ටිෆයරයකි.

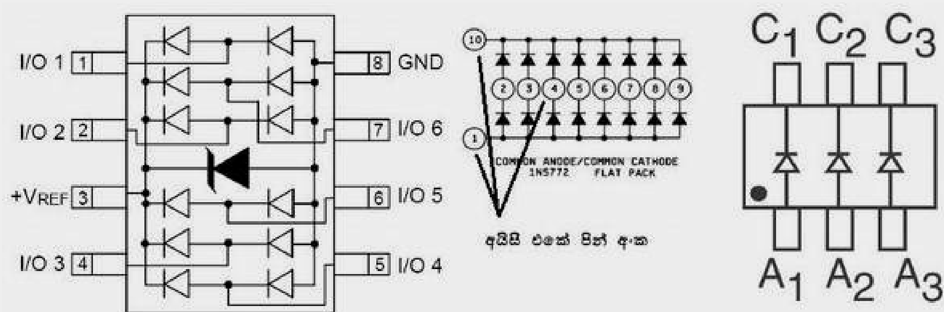
ඉහත හොඳ ගතිගුණ දෙකට අමතරව මෙලෙස එකම පැකේජය තුළ උපාංග කිහිපයක් සෑදීමේ තවත්

වාසි ඇත. පරිපථ කුඩාවට සෑදීමට හැකිවීම එක් වාසියකි. උපාංග කිහිපය වෙන වෙනම නිපදවීමට වඩා තනි පැකේජයක් ලෙස නිපදවීම ලාභදායකය. ඉතිං මේ සියලු හොඳ ලක්ෂණ නිසා, විවිධ උපාංග මෙවැනි පැකේජ ලෙස නිපදවනවා. පහත දැක්වෙන්නේ ඩයෝඩ 2 ක් එකට සාදා ඇති අවස්ථාවකි.

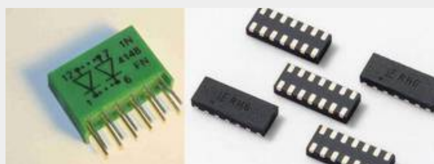


ඩයෝඩ දෙකක් සහිත පැකේජ දෙයාකාරයෙන් පවතී. එක් වර්ගයකදී ඩයෝඩ දෙකෙහි කැතෝඩ අග්‍ර දෙක එකට අභ්‍යන්තරයෙන් සම්බන්ධ කර ඇත (එනම් කැතෝඩ අග්‍ර දෙක පිටතට තනි පොදු කැතෝඩයක් ලෙස ලබා දේ). එවිට එම අග්‍රය **පොදු කැතෝඩය (common cathode)** ලෙස හැඳින්වෙනවා. ඉහත රූපයේ දැක්වෙන්නේ මෙවැනි පොදු කැතෝඩයක් සහිත අවස්ථාවයි (පැකේජ බඳෙහිම එය ඇඳ තිබෙනවා; ඉන් පෙන්වා ඇති උපාංගයේ මැද පින් එක පොදු කැතෝඩයයි). එලෙසම ඩයෝඩ දෙකෙහි ඇනෝඩ දෙක එකට ගත් විට **පොදු ඇනෝඩය (common anode)** ලෙස එම අග්‍රය හැඳින්වෙනවා.

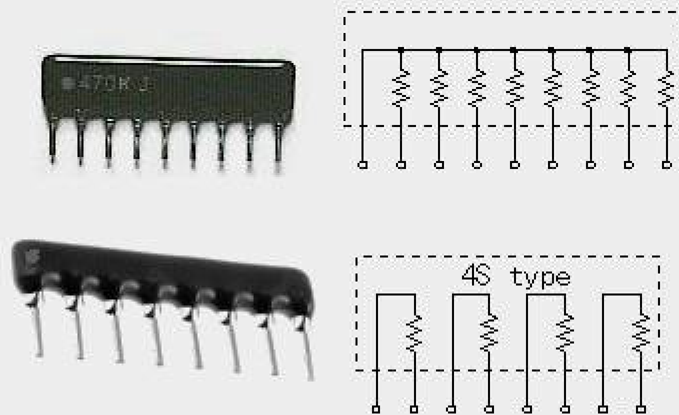
මීටත් අමතරව තවත් නොයෙක් විදියේ ඩයෝඩ පැකේජ සාදනවා. අභ්‍යන්තරයෙන් පින් සම්බන්ධ නොකර ස්වාධීනව පවතින ඩයෝඩ සහිතව හෝ එක එක විදියෙන් අභ්‍යන්තරයෙන් සම්බන්ධ කරපු පින් සහිතව හෝ මෙවැනි පැකේජ සාදනවා. මේවා **ඩයෝඩ ඇරේ (diode array)** යනුවෙන් හැඳින්විය හැකියි.



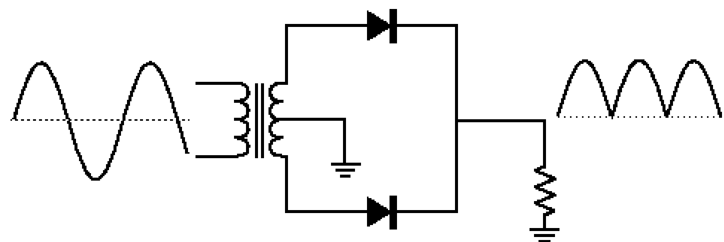
පෙනුමින් අයිසී මෙන් මේවා දිස් විය හැකියි. smd ආකාරයටත් මෙම ඇරේ තිබෙනවා.



ඩයෝඩ පමණක් නොව, ට්‍රාන්සිස්ටර්, කැපැසිටර්, රෙසිස්ටර් වැනි උපාංගත් මෙලෙස තනි පැකේජවල සාදනවා. **රෙසිස්ටර් නෙට්වර්ක් (resistor network)** නමින්ද රෙසිස්ටර් ඇරේ හඳුන්වනවා. තනි තනි රෙසිස්ටර් සහිතව හෝ විවිධාකාරයේ අභ්‍යන්තරයෙන් පින් සම්බන්ධ කරද මෙවැනි රෙසිස්ටර් නෙට්වර්ක් නිපදවා තිබනෙවා. අයිසී ලෙසත් smd ආකාරයෙනුත් මේවා දැකිය හැකියි.

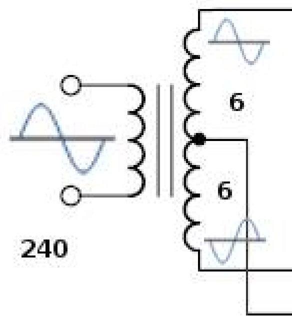


පූර්ණ සෘජුකරණය සිදු කළ හැකි තවත් ආකාරයක් තිබෙනවා. මෙහිදී ඩයෝඩ දෙකක් හා සෙන්ටර් ටැප් ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයක් අවශ්‍ය වෙනවා. සෘජුව සඳහන් නොකළත් අර්ධ හා බ්‍රිජ් සෘජුකරණයේදීද ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් අවශ්‍යයි. සාමාන්‍යයෙන් විශාල ඒසී විදුලියක් කුඩා ඒසී විදුලියක් බවට පත් කර, මෙන්න මෙම කුඩා ඒසී විදුලියනෙ ඩීසී බවට පත් කරන්නේ. ඉතිං මේ සඳහා ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයක් අවශ්‍යයි නේද? පහත රූපයේ ආකාරයට මෙම සෘජුකාරක පරිපථය පවතී. මෙම ක්‍රමය සඳහා වෙනමම නමක් නැති හෙයින් **සෙන්ටර්ටැප් සෘජුකරණය** ලෙස මෙය හඳුන්වමු.



සාමාන්‍යයෙන් මෙම ක්‍රමය බ්‍රිජ් ක්‍රමයට වඩා හොඳ නැත. ඊට හේතුව ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයේ ද්විතියිකයේ වට ප්‍රමාණය දෙගුණයක් විය යුතුය. ඒ කියන්නේ ට්‍රාන්ස්ෆෝමරය විශාල වන අතර, එවැනි ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයක වියදමද වැඩි වේ. වට දෙගුණයක් වීම උදාහරණයක් ඇසුරින් සොයා බලමු. සාමාන්‍ය 240-12 වෝල්ට් අවකර ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයක් ගන්න. එහි ද්විතියකයේ වට 100 ක් ඇතැයි සිතමු. ඔබ දන්නවා ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයක වට ගණනින් එහි වෝල්ටියතාව තීරණය වෙනවා. ඒ කියන්නේ ඉහත ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයේ වට 200 ක් කළොත්, දැන් ඉන් වෝල්ට් 24 ක්ද වට 50 ක් කළොත් වෝල්ට් 6 ක්ද ලැබේවි. දැන් ඉහත ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයම සෙන්ටර් ටැප් කළා යැයි සිතමු. ද්විතියිකයේ වට ගණන තවමත් 100 වන අතර, සෙන්ටර් ටැප් එකේ සිට දෙපැත්තට වට 50 බැගින් පිහිටයි. ඒ

කියන්නේ සෙන්ටර් ටැප් එකේ සිට දෙපැත්තට පිහිටන කොයිල් දෙකේ දැන් වෝල්ට් 6 බැගින් තිබේ (ද්විතියික කොටස් දෙකෙහිම එකතුව නැවත 12 ලැබේ).



දැන් මෙම සෙන්ටර් ටැප් සෘජුකරණය සිදු වන විට, ඇත්තටම සැලකීමට සිදු වන්නේ ස්වාධීනව සෘජුකරණ දෙකක් එකවර සිදුවන ලෙසයි. ඒ කියන්නේ සෙන්ටර් ටැප් එකේ සිට එක් පැත්තක ඇති ද්විතියික කොයිලයට සම්බන්ධ ඩයෝඩයෙන් ධන අර්ධයත්, සෙන්ටර් ටැප් එකේ සිට අනෙක් පැත්තේ ඇති ද්විතියික කොයිලයට සම්බන්ධ අනෙක් ඩයෝඩයෙන් සෘණ අර්ධයත් කපා හරී. මේ සෘජුකරණ දෙකම එකම මොහොතේයි (එනම් සමගාමීවයි) සිදු වන්නේ. එහෙත් ප්‍රශ්නය වන්නේ දැන් පූර්ණ තරංගයම ලැබුණත් අපට ලැබී තිබෙන්නේ වෝල්ට් 6 ක වෝල්ටියතාවක් සහිත පූර්ණ සෘජුකරණයක් මිසක් අපේක්ෂිත වෝල්ට් 12 නොවේ. ඒ කියන්නේ අපට ලැබෙන්නේ අපේක්ෂිත වෝල්ටියතාවෙන් භාගයකි. එනිසා තමයි සෙන්ටර්ටැප් සෘජුකරණය කරන විට, ද්විතියික කොයිලයේ වට ගණන දෙගුණ කිරීමට සිදු වන්නේ ඉහතදී සඳහන් කළ ලෙසටම.

Split power supply

බොහෝ අවස්ථාවලදී යොදා ගන්නා විදුලි සැපයුම් (බැටරි හෝ මේන්ස් විදුලිය) + හා - අග්‍ර පවතිනවා යනුවෙන් පැවසුවත් ඇත්තටම එහි පවතින්නේ + හා 0 අග්‍රයන් දෙකයි. මෙයම අවශ්‍ය නම් - හා 0 අග්‍රයන් ලෙසත් සැලකිය හැකියි (විදුලි ධාරාව දෛශික රාශියක් නිසා, මෙලෙස සාපේක්ෂව සිතීමට ඔබට අයිතියක් ඇත). මෙවිට තිබෙන එකම වෙනස නම්, +/0 ලෙස සැලකූ අවස්ථාවේ විදුලිය ගලා ගිය දිශාවට විරුද්ධ දිශාව ඔස්සේයි -/0 ලෙස සලකන අවස්ථාවේදී විදුලිය ගලා යන්නේ.

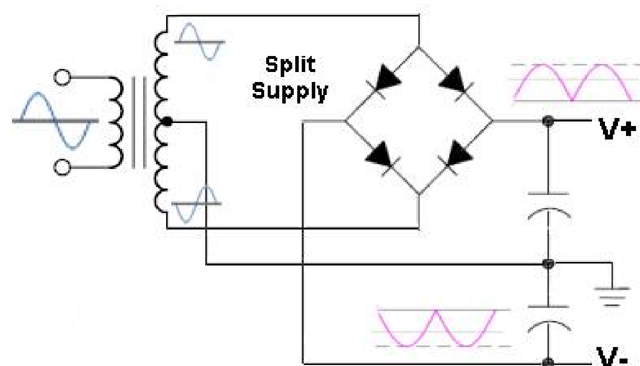
එහෙත් සමහර පරිපථ සඳහා (විශේෂයෙන් ඔප් ඇම්ප්) අවශ්‍ය වෙනවා + හා - දෙකම සත්‍ය ලෙස පවතින පවර් සප්ලයි. මෙවැනි ජව සැපයුම් තමයි **ද්විත්ව ජව සැපයුම (split power supply)** ලෙස සැලකෙන්නේ. ධන හා සෘණ යනු එකිනෙකට විරුද්ධවාදීන්ය. ධන අගයක් ක්‍රමයෙන් අඩු කර ගෙන යන විට අප අවසානයේ 0 දී නතර වෙනවානෙ. එලෙම සෘණ අගයද 0 කරා එනවානේ. ඒ කියන්නේ ධන හා සෘණ දෙකම 0 දී හමු වෙනවා. එය ගණිතයේ හමුවන සංඛ්‍යා රේඛාව බඳුයි. උපමාවකින් මෙය පැහැදිලි කළ හැකියි. ගඟක් තිබෙනවා යැයි සිතන්න. මෙම ගඟ 0 වද ගංගාවේ ඉවුරු දෙක ධන හා සෘණ අග්‍ර/වෝල්ටියතා දෙකට උපමා කරමු. දැන් එක ඉවුරක සිට අනෙක් ඉවුරට ගමන් කරන විට අනිවාර්යෙන්ම ගඟ හරහා ගමන් කළ යුතු වෙනවා නේද?

මින් ගම්‍ය වන්නේ ද්විත්ව සැපයුමක වෝල්ට් 0 අගයද අනිවාර්යෙන්ම තිබිය යුතු බවයි. එම වෝල්ට්

0 ද වෙනම අග්‍රයක් ලෙස පවතිනවා. ඒ කියන්නේ ද්විත්ව සැපයුමක අග්‍ර 3 ක් තිබෙනවා - ධන අග්‍රය, ඍණ අග්‍රය, හා 0 අග්‍රය. මෙම 0 අග්‍රය භූගත (ග්‍රවුන්ඩ්) අග්‍රය ලෙසත් හැඳින්වෙනවා. ද්විත්ව සැපයුමකදී එකවර විදුලිය එකිනෙකට විරුද්ධ දිශා දෙකේ ගමන් කරනවා. ද්විත්ව සැපයුමේ ස්වාධීනව විදුලි සැපයුම් දෙකක් මේ අනුව පවතිනවා නේද? මෙම සැපයුම් දෙක සාමාන්‍යයෙන් එකම අගයෙන් යුක්තයි (එනම් සමමිතිකයි). එහෙත් අවශ්‍යම නම් අසමමිතික වෝල්ටීයතාවන් දෙකක් පිහිටන සේත් එය සකස් කළ හැකියි. උදාහරණයක් සේ, එක කොටසක වෝල්ට් 12 කුත් අනෙක් කොටසේ වෝල්ට් 6 කුත් සහිතව එය සකස් කළ හැකියි. ද්විත්ව සැපයුමක් පොදුවේ V_1-0-V_2 ලෙසයි සටහන් කරන්නේ. සමමිතක හා අසමමිතික යන දෙකම මෙම නිරූපණ ක්‍රමයෙන් දැක්විය හැකියිනෙ. උදාහරණයක් ලෙස, 12-0-12 හෝ 12-0-6 හෝ ලෙස දැක්විය හැකියි.

සමමිතිකව හෝ අසමමිතිකව මෙවැනි ද්විත්ව සැපයුමක් පහසුවෙන්ම සාදන්නේ සෙන්ටර්ටැප් ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයකින්ය. ද්විතියිකයේ කොයිල් සෙට් දෙකෙහි වට ගණන සමාන නම්, සමමිතිකවද අසමාන නම් අසමමිතිකවද විභවයන් පිහිටන ද්විත්ව සැපයුමක් ලැබේවි. පෙරත් සඳහන් කළා සේම බොහෝවිට සමමිතික සැපයුම් තමයි භාවිතා කරන්නේ (විශේෂයෙන් සෙන්ටර්ටැප් ඍජුකරණයේදී).

ඉතිං පරිපථවලට යොදන විදුලිය ඩීසී විය යුතු නිසා, ඉහත සෙන්ටර්ටැප් ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයෙන් ලැබෙන විදුලිය ඩීසී බවට පත් කර ගත යුතුයි. එය සෙන්ටර්ටැප් ඍජුකරණය සිදු කළ ආකාරයට සිදු කළොත් අපට අවසානයේ ලැබෙන්නේ ද්විත්ව සැපයුමක් නොව සාමාන්‍ය තනි විදුලි සැපයුමක් නේද? ඉතිං ද්විත්ව සැපයුම ලැබෙන පරිදි එය ඍජුකරණය කළ යුතුය. එය පහත රූපයේ ආකාරයට සිදු කරගත හැකියි. මෙයත් බ්‍රිජ් ක්‍රමයක් බව රූපය බැලූවිට පේනවා නේද?



සෙන්ටර්ටැප් ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයේ කොයිල් සෙට් දෙකෙහි ප්‍රේරණය වන තරංග දෙක අංශක 180 ක කලා වෙනසක් සහිතයි (ඒ කියන්නේ එක කොයිලයක ධන අර්ධය අනෙකහි ඍණ අර්ධය ලෙස පිහිටයි). මෙනිසා ඍජුකරණය වන විට, + හා - අග්‍රවලින් පිටවන තරංගයේ ස්වභාවයද රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි වේ. + අග්‍රයෙන් උඩ (එනම් ධන) පැත්තට පිහිටි අර්ධගෝල ලැබෙන අතර, - අග්‍රයෙන් යට (එනම් ඍණ) පැත්තට පිහිටි අර්ධගෝල ලැබේ.

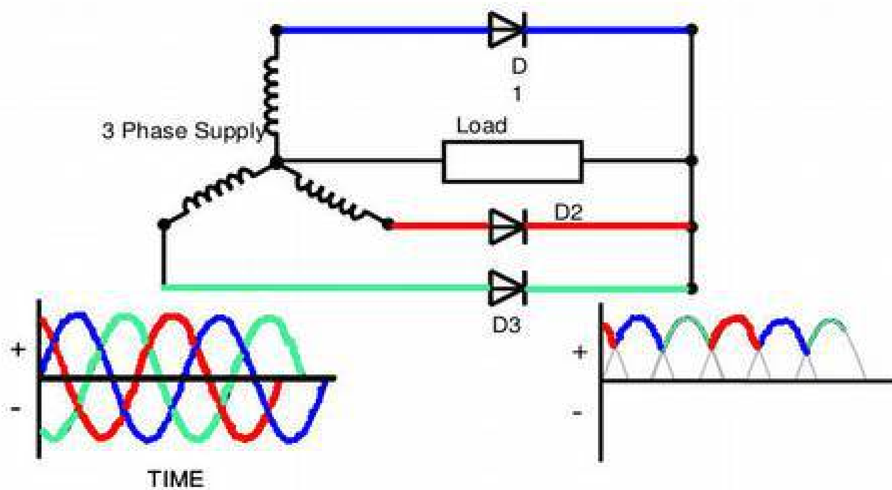
මැද අග්‍රයෙන් හැමවිටම ශූන්‍ය විභවය ලැබේ. මැද අග්‍රය එසේ ශූන්‍ය වීමට හේතුවත් ඉහත රූපයේ පැහැදිලි වේ. මෙම මැද අග්‍රය හරහා තමයි විදුලි දෙකම ගලා යන්නේ. මෙම විදුලි දෙක එකිනෙකට විරුද්ධ හා සමාන නිසා හැමවිටම එකිනෙකට කැපී යනවා.

ඇත්තටම ඉහත රූපයේ සෘජුකරණයට අමතරව සුමටකරණය කිරීම සඳහා සුමටකරණ ධාරිත්‍රකද යොදා ඇත. සාමාන්‍යයෙන් පෙන්වා ඇති පරිදි වෙන වෙනම එකම අගය සහිත ධාරිත්‍රක දෙකක් යෙදිය යුතුය.

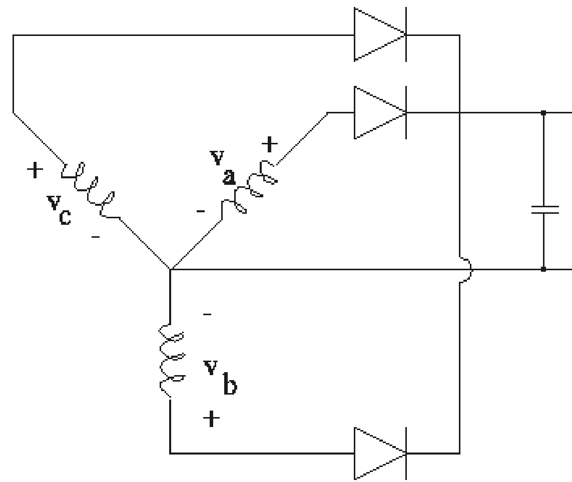
තෙකලා විදුලිය සෘජුකරණය

ඉහත සියලුම සෘජුකරණයන් සිදු කළේ තනිකලා විදුලියන් සමගයි. තෙකලා විදුලියද පහසුවෙන්ම සෘජුකරණය කළ හැකියි. මෙහිදී කරුණු කිහිපයක් සැලකිල්ලට ගත යුතුව තිබෙනවා. තෙකලා විදුලියේ කලා තුන ස්වාධීන වෙන වෙන කලාවන් ලෙස සලකා තනිකලා විදුලි සැපයුම් 3 ක් ලෙස සිතිය හැකියි (අතිරේක කියවා බලන්න). එවිට ඒ එක් එක් තනි කලාවන්ට ඉහත කියා දුන් ආකාරවලින් සෘජුකරණය සිදු කළ හැකියි. එනිසා මෙහි අමුතුවෙන් කියා දීමට දෙයක් නැත.

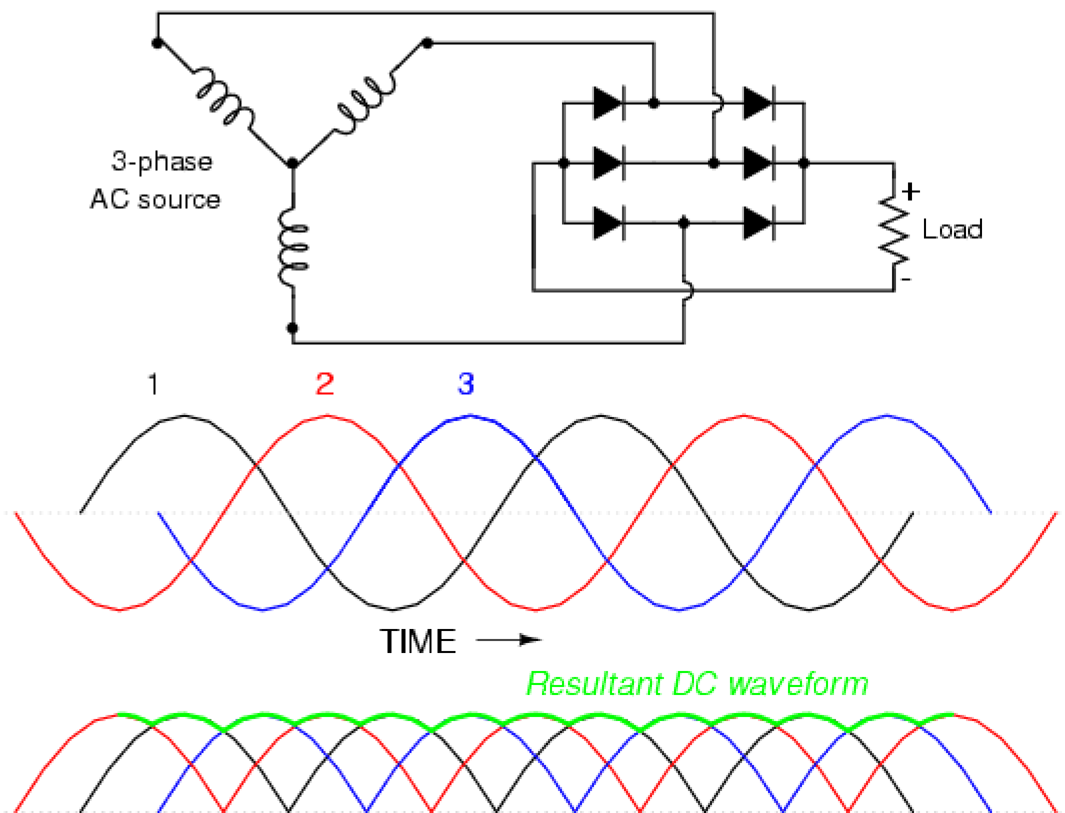
එහෙත් තෙකලා විදුලිය තනි විදුලියක් ලෙස සලකාද සෘජුකරණය සිදු කළ හැකියි. එහි අර්ධ තරංග සෘජුකරණය කරන හැටි පහත රූපයේ දැක්වේ. එක් එක් කලාව වෙනස් වර්ණවලින් දක්වා ඇත. නියුට්‍රල් වයරයද අවශ්‍ය වේ (එනිසා Y configuration එක අවශ්‍ය කෙරේ). තෙකලා විදුලිය අර්ධ තරංග ක්‍රමයෙන් සෘජුකරණය කළද ඔබට "වලවල්" අඩු විදුලියක් ලැබෙන බව පේනවාද? තෙකලා විදුලියකින් ඩීසී විදුලියක් ලබා ගැනීමේ තිබෙන ප්‍රමුඛතම වාසිය මෙයයි (මෙම තත්වය තවදුරටත් හොඳ වෙනවා තෙකලා විදුලිය පූර්ණ තරංග සෘජුකරණයට ලක් කරන විට).



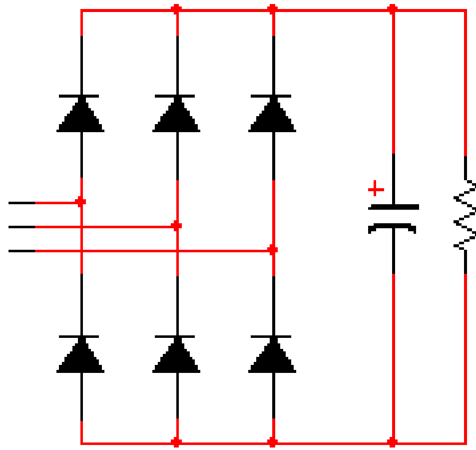
අවශ්‍ය නම්, පහත රූපයේ දැක්වෙන පරිදි සුමට ධාරිත්‍රකයක් යොදා තවදුරටත් එම විදුලිය සුමට කරගත හැකියි.



දැන් බලමු තෙකලා විදුලිය පූර්ණ තරංග සෘජුකරණය කරන හැටි. මෙහිදී ඩෙල්ටා කන්ෆිගරේෂන් එකයි යොදා ගන්නේ. බලන්න සුමටකරණයක් නැතිවත් වලවල් (ගැස්සිල්ල) ඉතාම අඩු ඩීසී වෝල්ටියතාවක් ලැබෙනවා.



අවශ්‍ය නම්, සුමටකරණ ධාරිත්‍රකයක් යොදා තවදුරටත් සුමට කළ හැකියි.



සිග්නල් ඩයෝඩ හා සංඥා ඍජුකරණය

ඉහතදී විදුලිබලය ඍජුකරණය කරපු ආකාරයටම සංඥා ඍජුකරණයත් සිදු කෙරේ. එහෙත් යම් යම් වෙනස්කම් තිබේ. ඊට හේතුව විදුලි සංඥා හා විදුලිබලය අතර තිබෙන ප්‍රායෝගික වෙනස්කම්ය. සාමාන්‍යයෙන් විදුලි සංඥාවේ තරංගයට විදුලිබලයේ තරංගයට වඩා වැඩි සංඛ්‍යාතයක් තිබෙනවා. තවද, විදුලිබලයේදී එම සංඛ්‍යාතය නියත කුඩා අගයක් (හර්ට්ස් 50 වැනි) ගන්නා අතර, සංඥාවක කුඩා අගයක සිට ඉතා විශාල අගයක් දක්වා පරාසයක මෙම සංඛ්‍යාතය විචලනය විය හැකියි. මීට අමතරව, සංඥා විදුලියේ වෝල්ටියතාව හා ධාරාව (එනම් ජවය), විදුලිබලයේ වෝල්ටියතාව හා ධාරාවට (එනම් ජවයට) වඩා ඉතා කුඩාය. මෙම ගති ලක්ෂණ දෙක නිසා සංඥා ඍජුකරණය විදුලිබල ඍජුකරණයට වඩා තරමක වෙනස් මුහුණුවරක් ගන්නවා.

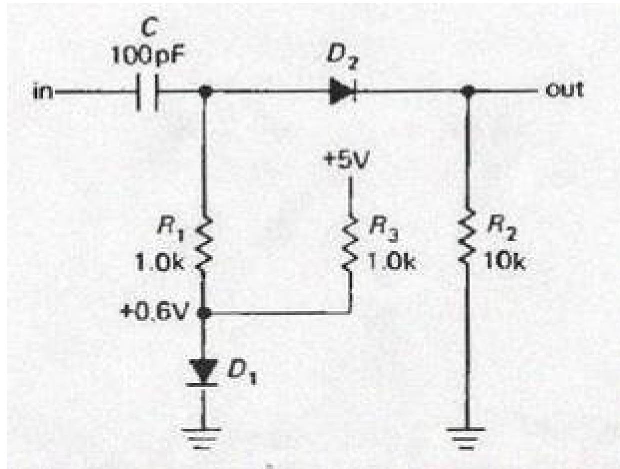
සාමාන්‍යයෙන් සංඥා සංඛ්‍යාතය ඉහල නිසා ඩයෝඩයේ ධාරිතාව ඉතාම ඉතා කුඩා විය යුතුය (සංඛ්‍යාතය වැඩි වන්නට වන්නට එම ධාරිතාව තව තවත් කුඩා විය යුතුය). තවද, කුඩා ජවයන් පවතින නිසා, ඩයෝඩය කුඩාය. PIV අගය, V_F, හා I_F අගයන් එනිසා කුඩාය. මෙම ගතිලක්ෂණ පිහිටන සේ නිපදවූ ඩයෝඩ සිග්නල් ඩයෝඩ හෝ සිග්නල් රෙක්ටිෆයර් ලෙස හඳුන්වනවා.

සිග්නල් රෙක්ටිෆයි කරන විට තවත් ගැටලුවක් මතු වෙනවා. සංඥාවක විස්තාරය/වෝල්ටියතාව සාමාන්‍යයෙන් කුඩාය. සිලිකන් ඩයෝඩයක් භාවිතා කළොත් එය පෙර නැඹුරු වීමට අඩුම ගානේ වෝල්ට් 0.7 ක වත් වෝල්ටියතාවක් සංඥාව සතු විය යුතුය. සංඥාවේ විස්තාරය ඩයෝඩයේ මෙම බැරියර් වෝල්ටියතාවට වඩා කුඩායි නම්, සංඥාව ඩයෝඩය හරහා පොඩ්ඩක්වත් ගමන් නොකරනු ඇත. මීට පිළියමක් වන්නේ බැරියර් වෝල්ටියතාව අඩු ඩයෝඩයක් යෙදීමයි.

ඒ අනුව, ජර්මේනියම් ඩයෝඩයක් වඩා සුදුසුයි මොකද ජර්මේනියම් ඩයෝඩයක විභව බාධකය වෝල්ට් 0.3 ක් පමණ කුඩාය. තවද, බැරියර් වෝල්ටියතාව 0.25 පමණ වන ෂොට්කි ඩයෝඩද භාවිතා කළ හැකියි. එහෙත් බොහෝවිට මෙම අගයනුත් විශාල වැඩි වීමට පුලුවන් මොකද මිලිවෝල්ට් ප්‍රමාණවලින් පවතින සංඥා තමයි බහුලව තිබෙන්නේ. එවැනි අවස්ථා සඳහා බැරියර් වෝල්ටියතාව ඉතාම කුඩා "බැක් ඩයෝඩ" භාවිතා කළ හැකියි.

මෙවැනි ඉතා කුඩා බැරියර් වෝල්ටියතාවන් සහිත ඩයෝඩ සොයා ගත නොහැකි වීමට පුලුවන්.

එවැනි ඩයෝඩයක් තිබුණත් නැතත් යම් උපක්‍රමයක් යෙදීමෙන්ද මෙම ගැටලුවට යම් විසඳුමක් ලබා ගත හැකියි. මෙම උපක්‍රමය මඟින් සාමාන්‍ය සිලිකන් ඩයෝඩ යොදාගෙනම බැරියර් වෝල්ටියතාවේ බලපෑම 100% ක්ම ඉවත් කළ හැකියි. මෙම උපක්‍රමය ඩයෝඩ බයසිං කියා හැඳින්වේ (මොහොතකින් ඩයෝඩ බයසිං ගැන විස්තර කෙරේ).



කැප් එක හරහා ඒසී සංඥාව D_2 ඩයෝඩය වෙතට යොමු වේ. +5V battery, R_1, R_3, D_1 යන කොටස් නොමැති වූවා නම් එය සාමාන්‍ය සිග්නල් රෙක්ටිෆයර් පරිපථයකි. සංඥවේ පීක්-ටු-පීක් අගය වෝල්ට් 1 යැයි සිතමු. ඒ කියන්නේ x අක්ෂයේ සිට උඩු (ධන) කොටසේ උපරිම වෝල්ට් 0.5 ක්ද, x අක්ෂයේ සිට යට (ඍණ) කොටසේ උපරිමව වෝල්ට් 0.5 බැගින්ද පිහිටනු ඇත. සංඥාවේ ඍණ කොටස කොහොමත් කැපෙනවා ඩයෝඩය ඉන් පසු නැඹුරු කරන නිසා. එහෙත් මෙම උදාහරණයේදී ධන කොටස පවා කැපී යනවා මොකද එහි උපරිම විභවය 0.5 කි. ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු කිරීමට නම්, අඩුම ගානේ වෝල්ට් 0.6 ට වඩා එය වැඩි විය යුතුය. නිකමට හෝ සංඥාවේ වෝල්ටියතාව වෝල්ට් 1 යැයි සිතමු. එවිට ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු වේ. එහෙත් එම සංඥාවෙන් විශාල ප්‍රමාණයක් (එනම් 0.6V ප්‍රමාණයක්) ඩයෝඩයේ බැරියර් වෝල්ටියතාව නිසා කැපී ගොස් විකෘති වෙච්ච කුඩා සංඥාවකුයි අවුට්පුට් වන්නේ.

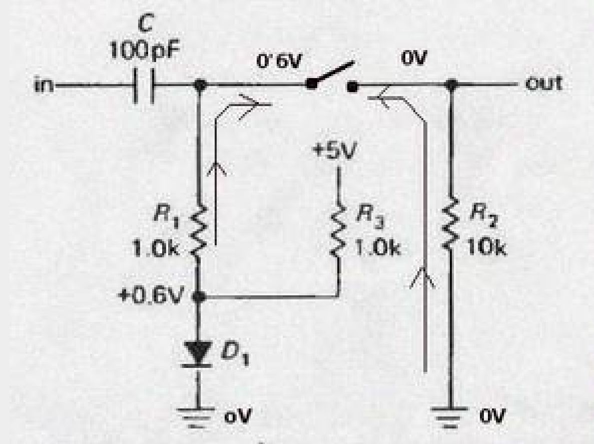
මේකට විසඳුමක් ලෙස තමයි පෙන්වා ඇති පරිදි ඩයෝඩ් බයසිං කොටසක් යෙදිය යුතු වෙන්නේ. මෙම පරිපථය කිහිප ආකාරයකින් විග්‍රහ කළ හැකියි. +5V විභවය R_3 හා D_1 යන උපාංග දෙක විසින් විභව බෙදුමකට ලක් කරනවා. පෙර නැඹුරු ඩයෝඩයක දෙපස හැමවිටම ඩ්‍රොප් වන්නේ බාධක විභවයට සමාන නියත වෝල්ටියතාවකි (සිලිකන් සඳහා 0.6 සිට 0.7 දක්වා ප්‍රමාණයක්). එනිසා භූගතයට සාපේක්ෂව ඩයෝඩයේ උඩ අග්‍රයේ 0.6 ක් පිහිටනවා. මෙම 0.6 වෝල්ටියතාව R_1, D_2, R_2 යන උපාංග ඔස්සේ ගමන් කොට පරිපථයක් සම්පූර්ණ කරනවා (මීට අමතරව +5V සැපයුම R_3 හා D_1 හරහාද තවත් පරිපථයක් සම්පූර්ණ කරනවා). එය කැපෑසිටරය ඇති පැත්තට ගමන් කරන්නේ නැත්තේ කැප් හරහා ඩීසී විදුලියට ගමන් කළ නොහැකි නිසාය (එනම්, කැප් එක ඔස්සේ පරිපථයක් සම්පූර්ණ කිරීමට බැරිය).

දැන් D_1 ඩයෝඩ ඇනෝඩයේ තිබෙන 0.6 වෝල්ටියතා ප්‍රමාණය තමයි R_1, D_2, R_2 ඔස්සේ පරිපථය සම්පූර්ණ කිරීමට හදන්නේ. එහෙත් 0.6 නම් වෝල්ටියතා ප්‍රමාණය ප්‍රමාණවත් නැහැ R_1, D_2, R_2 යන

උපාංග තුනෙහි වෙන වෙනම විභවයන් ඩ්‍රොප් කිරීමට. ඊට හේතුව ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු වන්නට නම් වෝල්ට් 0.6 ට වඩා වැඩි ප්‍රමාණයක් ලබා දිය යුතු වීමයි. එහි අර්ථය නම් D_1 හි ඇනෝඩයේ පිහිටි 0.6 වෝල්ටියතාව D_2 හි ඇනෝඩය දක්වා ගොස් එතැන රැඳේ. D_2 ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු නොවුණත්, මෙම 0.6 විභවය විසින් එය පෙර නැඹුරු වෙන්නට "ඔන්න මෙන්න" තත්වයට පත් කරනවා. ඒ කියන්නේ D_2 හි ඇනෝඩයට වෙනත් කොහෙන් හෝ ඉතාම කුඩා වෝල්ටියතාවක් පැමිණියත් දැන් ඩයෝඩය එකවර පෙර නැඹුරු වෙනවා. ඒ කියන්නේ ඩයෝඩයට එන ඕනෑම ලොකු කුඩා විදුලි සංඥාවකට දැන් ඩයෝඩය හරහා ගමන් කළ හැකියි, එම සංඥාවට කිසිම විකෘතියක් සිදු නොකර.

සටහන

ඉහත පරිපථ විග්‍රහයේදී පරිපථවල හමුවන එහෙත් බොහෝ අය එකවර තේරුම් නොගන්නා තත්වයක්/උපක්‍රමයක් තිබෙනවා. එය තව දුරටත් පැහැදිලි කරගමු. D_1 හි ඇනෝඩයේ තිබෙන 0.6 විභවය R_1, D_2, R_2 යන උපාංග තුන හරහා ගොස් පරිපථය සම්පූර්ණ කිරීමට හැදුවත් පරිපථය සම්පූර්ණ නොවේ. ඊට හේතුව ඩයෝඩය තවමත් සම්පූර්ණයෙන්ම පෙර නැඹුරු වී නැති වීම බව ඉහතදී පැවසුවා. ඩයෝඩය යනු ස්විචයක් ලෙස ක්‍රියා කරන්නකි. එය "ඔන්" කරන කල් (එනම් සම්පූර්ණයෙන්ම පෙර නැඹුරු කරන කල්) කිසිදු විදුලියක් ඒ හරහා ගමන් කරන්නේ නැත. එනිසා ඩයෝඩය වෙනුවට එතැන සාමාන්‍ය ස්විචයක් තිබෙනවා යැයි සිතින් මවා ගත හැකියි (පහත රූපය).



එවිට සාමාන්‍යයෙන් ස්විචයක් ඕෆ් අවස්ථාවේදී මෙන් ස්විචයෙ අග්‍ර දෙක දක්වාම පෙන්වා ඇති ලෙසට විභවයන් පිහිටුවිය හැකියි. ධාරාවක් ගලා යන්නේ නැතිව රෙසිස්ටරයක් (හෝ ඕනෑම උපාංගයක්) දෙපස විදුලියක් ඩ්‍රොප් වන්නට විදියක් නැහැනෙ ($V=IR$ යන ඕම් සූත්‍රය අනුව). ඒ අනුව, +5V සැපයුම නිසා කිසිදු ධාරාවක් R_1, D_2, R_2 හරහා ගලන්නේ නැත. එනිසා R_1, R_2 දෙපස විභවයන් ඩ්‍රොප් වන්නේ නැත.

එසේ නම් D_2 දෙපස විභවයක් ඩ්‍රොප් වන්නේ කෙසේද? ඊට හේතුව ඩයෝඩය දැන් ඕෆ් වෙච්ච ස්විචයකට සමාන වීමයි. ධාරාවක් නොගොස් විභවයක් ඩ්‍රොප් විය හැකි උපාංගයකි ස්විචය. මෙම ස්විචය සාමාන්‍ය ඔන්/ඕෆ් ස්විචයක් විය හැකියි. නැතහොත් ඩයෝඩය වැනි උපාංගයකින් ඉස්මතුවන ස්විච තත්වයකි (ඉහත අවස්ථාව වැනි).

ඉහත පරිපථයේ R_3 තරමක විශාල ඕම් අගයකින් තිබිය යුතුය. ඊට හේතුව D_1 ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු වූ විට, +5V විභව සැපයුමෙන් අධික ධාරාවක් ඩයෝඩය හරහා ගලා යෑම වැලැක්වීමයි. R_1 ද තරමක විශාල ඕම් අගයකින් තිබිය යුතුය. ඊට හේතුව කැපැසිටරය හරහා එන සංඥාව මෙම ඩයෝඩය හරහා ගලා යෑම වැලැක්වීමටයි (මෙම ප්‍රතිරෝධය නැති වුවොත් සංඥාව D_2 හරහා නොගොස් D_1 හරහා ගමන් කරන්නට ඉඩ තිබෙනවා). ඔබ දන්නවා ධාරාව හැමවිටම අඩුම ප්‍රතිරෝධය තිබෙන මාර්ගයයි සොයා යන්නේ (පරිපථය සම්පූර්ණ කරන ගමන්ම). R_2 ප්‍රතිරෝධයද විශාල විය යුතුය. R_2 සහිත මාර්ගය තිබෙන්නේ +5V බයස් වෝල්ටියතා පරිපථය සම්පූර්ණ කිරීමටයි. එම මාර්ගය නොතිබ්බා නම් පරිපථයක් සම්පූර්ණ වීම නොවන නිසා බයස් පරිපථ කොටස ඵල රහිත වෙනවා. එනම් D_2 ඩයෝඩයට 0.6 වෝල්ටියතාව ඩ්‍රොප් වෙන්නට අවස්ථාව ලැබෙන්නේ නැතිව යනවා. D_2 ඩයෝඩය හරහා පරිපථය සම්පූර්ණ වීමට හැකි නිසානෙ මෙම 0.6 වෝල්ටියතාව D_2 ට ලැබුණේ. එහෙත් සංඥා විදුලිය මෙම R_2 මාර්ගය හරහා භූගතයට ගමන් කිරීම වැලැක්විය යුතුයි. එය කරන්නේ සුපුරුදු ලෙසම වැඩි ප්‍රතිරෝධකතාවක් සහිත මාර්ගයක් බවට එය පත් කිරීමෙන්. දළ වශයෙන් එම පරිපථයේ D_2 ඊළඟට සම්බන්ධ වන භාරයේ ප්‍රතිරෝධයට වඩා අඩුම ගානේ 10 ගුණයක්වත් වැඩියෙන් මෙම ප්‍රතිරෝධයේ අගය තිබිය යුතුය. උදාහරණයේ දී තිබෙන 10k අගය අනුව, භාරය 1k හෝ ඊට වඩා අඩු විය යුතුයි.

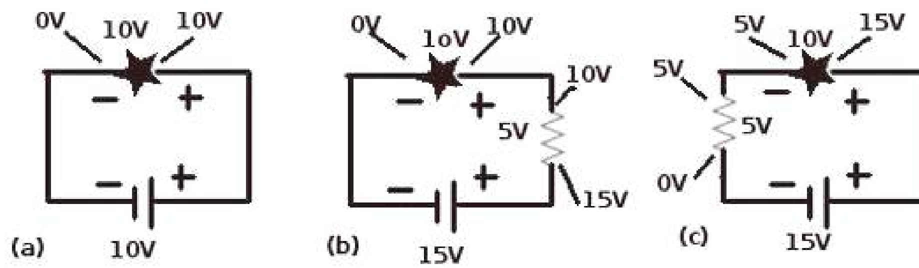
තවද, සංඥා ඍජුකරණයේ අරමුණ වන්නේ සංඥාවේ එක් අර්ධයක් ලබා ගැනීමට පමණක් බැවින්, අර්ධ තරංග ඍජුකරණය තමයි භාවිතා වෙන්නේ.

ඍජුකරණයට අමතරව ඩයෝඩවල තවත් භාවිතාවන් කිහිපයක්ම ඇත. ඒවා දැන් සලකා බලමු.

නැඹුරු පරිපථ (Biasing)

ක්‍රියාකාරී අවස්ථාවේදී (ON එකේදී) ඉලෙක්ට්‍රෝනික උපාංගයක් දෙපසම යම් වෝල්ටියතාවක් සාමාන්‍යයෙන් පවතිනවා. මෙලෙස ඩ්‍රොප්වන විභව අන්තරය අදාල උපාංගය විසින් තීරණය කරන්නක් ඕම් නියමය අනුව. ඒ කියන්නේ අදාල උපාංගයේ ප්‍රතිරෝධය/ප්‍රතිභාධක අගය එම උපාංගය හරහා යන ධාරාවෙන් ගුණ කළ විට, එම උපාංගය දෙපස ඩ්‍රොප් වන විභවය තීරණය වෙනවා. ඉතිං අපට බැහැනෙ කෘත්‍රිමව උපාංගයක ප්‍රතිරෝධය/ප්‍රතිභාධකය වෙනස් කරන්නට (එය උපාංගය නිෂ්පාදනය කරන විට තීරණය වූවක්). ඇත්තටම උපාංගය දෙපස ඩ්‍රොප්වන විභවය වෙනස් කිරීමට අපට අවශ්‍යාත් නැහැ.

එහෙත් අපට අවශ්‍ය වෙනවා උපාංගයේ එක් අග්‍රයක වෝල්ටියතාව අපට අවශ්‍ය විභවයකට සෙට් කරන්නට. උදාහරණයක් ඇසුරින් මෙය සලකා බලමු (පහත රූපයේ a බලන්න). මෙහි තරු ලකුණ යනු යම් ඉලෙක්ට්‍රෝනික උපාංගයක් යැයි සිතන්න. එහි ප්‍රතිරෝධය කිලෝඕම් 1 යැයිද සිතන්න. දැන් මෙම උපාංගය හරහා මිලිඇම්පියර් 10 ක ධාරාවක් යැවූ විට, V=IR අනුව, 0.01x1000 = 10V ක වෝල්ට් ප්‍රමාණයක් එම උපාංගය දෙපස ඩ්‍රොප් විය යුතුයි. ඒ කියන්නේ රූපයේ පෙන්වා තිබෙන පරිදි වෝල්ට් 10 ක බැටරියක් සම්බන්ධ කළ හැකියි ඒ සඳහා. එවිට, උපාංගයේ + පැත්තේ අග්‍රය (එනම් + අග්‍රය) වෝල්ට් 10 ද, - අග්‍රය වෝල්ට් 0 ද පවත්වා ගනී.



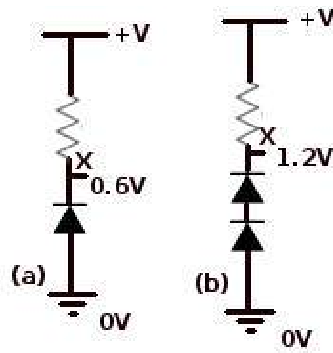
දැන් b රූපය බලන්න. මෙහිදී බැටරිය වෝල්ට් 15 කි. එනිසා රෙසිස්ටරයක් හරහා උපාංගයට අවශ්‍ය විදුලිය සපයයි. මෙහිදී වැඩිපුර වෝල්ට් 5 රෙසිස්ටරය දෙපස ඩ්‍රොප් කර ගෙන අවශ්‍ය වෝල්ට් 10, උපාංගයට ලබා දේ. මෙහිදීද උපාංගය දෙපස ඩ්‍රොප් වන්නේ වෝල්ට් 10 ම තමයි. තවද, පෙර සේම + අග්‍රයේ වෝල්ට් 10 ද, - අග්‍රයේ වෝල්ට් 0 ද පවතී.

දැන් c රූපය බලන්න. මෙයත් වලංගු පරිපථයක්. මෙහිදීද වැඩිපුර වෝල්ට් 5 රෙසිස්ටරය හරහා රඳවාගෙන අවශ්‍ය වෝල්ට් 10 පමණක් උපාංගයට ලබා දේ. ඒ කියන්නේ දැනුදු උපාංගය දෙපස ඩ්‍රොප් වී තිබෙන්නේ වෝල්ට් 10 ම තමයි. එහෙත් මෙහිදී මුල් අවස්ථා දෙකට වඩා යම් වෙනස්කමක් තිබෙනවා. එනම්, උපාංගයේ + අග්‍රයේ රැඳී තිබෙන වෝල්ටියතාව වෝල්ට් 15 ක් වන අතර, - අග්‍රයේ වෝල්ට් 5 ක් තිබේ. අග්‍ර දෙකේ කුමන කුමන වෝල්ටියතා අගයන් පැවතියත් අග්‍ර දෙක අතර වෝල්ටියතා වෙනස හැමවිටම උපාංගයට අවශ්‍ය වෝල්ටියතාව වන වෝල්ට් 10 ම ලැබේ.

ඉහත විස්තරය බයසිං (නැඹුරුව) හා සෘජුවම සම්බන්ධයි. ඔබට නිතරම සිදු වෙනවා ඉහත c අවස්ථාවේදී මෙන් යම් උපාංගයක එක් අග්‍රයක් යම් නිශ්චිත වෝල්ටියතා අගයකට සෙට් කරන්නට. මෙය තමයි බයස් කරනවා යනුවෙන් හැඳින්වෙන්නේ. විශේෂයෙන් ට්‍රාන්සිස්ටර් හැමවිටම නිවැරදි වෝල්ටියතාවන්ට බයස් කළ යුතුය (මේ ගැන ට්‍රාන්සිස්ටර් පාඩමේදී සලකා බලමු).

බයස් කිරීමට රෙසිස්ටර්, කැපැසිටර්, ඉන්ඩක්ටර් ආදි උපාංග තනි තනිව හෝ මිශ්‍රව යොදා ගත හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස ඉහත c අවස්ථාවේදී තනි රෙසිස්ටරයකින් තමයි එම බයස් කිරීම සිදු කළේ. මීටත් අමතරව බහුලවම රෙසිස්ටර් දෙකක් (හෝ කිහිපයක්) යොදා ගෙන විභව බෙදුම් පරිපථද භාවිතා කරනවා උපාංග බයස් කිරීමට (එනම්, උපාංගයට අවශ්‍ය වෝල්ටියතාව ලබා දීමට). රෙසිස්ටර් හා රෙසිස්ටර්වලින් පමණක් සාදපු විභව බෙදුම් පරිපථ ඒසී හා ඩීසී විදුලි දෙකටම එක ලෙස යොදා ගත හැකියි. එහෙත් කැප් හා ඉන්ඩක්ටර් යොදාගෙන විභව බෙදුම් සාදා ගැනීමේදී ඒසී විදුලිය සමඟ පමණයි වැඩ කරන්නේ (මේ ගැන දෙවැනි ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් පොතේ විස්තර කර ඇත).

ඩයෝඩ යොදාගෙනද පහසුවෙන් බයස් කිරීම සිදු කළ හැකියි. මෙහිදී ඩයෝඩයක් සතුව නියත විභවයක් තමන් දෙපස ඩ්‍රොප් කර ගැනීම යන ගතිගුණයයි යොදා ගන්නේ (ඔබ දන්නවා ඩයෝඩයක් හරහා කුමන අගයක ධාරාවක් ගියත් එය දෙපස හැමවිටම ඩ්‍රොප් වන්නේ එහි විභව බාධකයට සමාන වෝල්ට් ගණනකි; සිලිකන් සඳහා එය 0.6 පමණ වේ). පහත (a) රූපය බලන්න.



මෙහිදී (එක් ඩයෝඩයක් යොදා ගන්නා විට) X ස්ථානයෙන් හැමවිටම වෝල්ට් 0.6 ක වෝල්ටියතාවක් ලැබෙනවා. උපාංගය හරහා ගලා යන ධාරාව කොපමණ වුවත් මෙම බයස් වෝල්ටියතාව වෙනස් වෙන්නේ නැහැ. 0.6 වෙනුවට 1.2 ක වෝල්ටියතාවක් අවශ්‍ය නම්, ශ්‍රේණිගතව ඩයෝඩ 2 ක් සම්බන්ධ කළ හැකියි (b රූපය). මෙලෙස ඩයෝඩ ගණන වැඩි කිරීමෙන් බයස් වෝල්ටියතාව වැඩි කරගත හැකියි. එය වැඩි වන්නේ 0.6 පරතරයන්ගෙනි (සිලිකන් ඩයෝඩ භාවිතා කරන්නේ නම් 0.6 කි; ජර්මේනියම් ඩයෝඩ යොදා ගතහොත් එය 0.3 පරතරවලින් වැඩි කරගත හැකියි).

ඩයෝඩ වෙනුවට රෙසිස්ටර් යොදා ගෙන මෙය සිදු කර ගත හැකිව තිබියදී ඩයෝඩ භාවිතා කළේ ඇයි? ඊට හේතු ඇත. ගලා යන ධාරාව කුමක් වුවත්, එකම නියත වෝල්ටියතාවකට යම් උපාංගයක අග්‍රයක් සෙට් කිරීමට අවශ්‍ය වූ විට ඩයෝඩ ඊට අත්‍යන්තයෙන්ම සුදුසුය. සාමාන්‍ය රෙසිස්ටර් භාවිතා කරන්නට බැහැ මෙවැනි තැන්වල මොකද ගලා යන ධාරාව වෙනස් වන විට, රෙසිස්ටරය දෙපස ඩ්‍රොප් වන විභවය වෙනස් වෙනවා.

තවද, ට්‍රාන්සිස්ටර් හෝ පීඑන් සන්ධි සහිත වෙනත් උපාංගයන් බයස් කරන විට, තවත් වාසියක් ඇති වෙනවා ඩයෝඩ යොදා බයස් කරන විට. ඩයෝඩ යනුද පීඑන් සන්ධියක් නිසා, උෂ්ණත්වය වෙනස් වීම මත එම උපාංගවල අගයන් වෙනස් වීම දැන් සමාකාරවයි සිදු වන්නේ. රෙසිස්ටර් භාවිතා කළේ නම්, උෂ්ණත්වය විචලනය වන විට, රෙසිස්ටරයේ අගය වෙනස්වීමේ ප්‍රතිශතය හා වෙනත් ද්‍රව්‍ය හා තාක්ෂණයකින් සාදා තිබෙන ට්‍රාන්සිස්ටරයේ අගයන් වෙනස්වීමේ ප්‍රතිශතය එකිනෙකට අසමාන වේ. එවිට ට්‍රාන්සිස්ටරයේ බයස් කරපු වෝල්ටියතාවන් උෂ්ණත්ව වෙනස් වීම නිසා අවුල් වේ. එහෙත් ඩයෝඩ හා ට්‍රාන්සිස්ටර් දෙකම ආසන්න වශයෙන් එකම ප්‍රතිශතයකින් උෂ්ණත්වයට සංවේදී වන නිසා, මෙලෙස බයස් විභවය අවුල් වීම අහෝසි කර හෝ අවම කර ගත හැකියි.

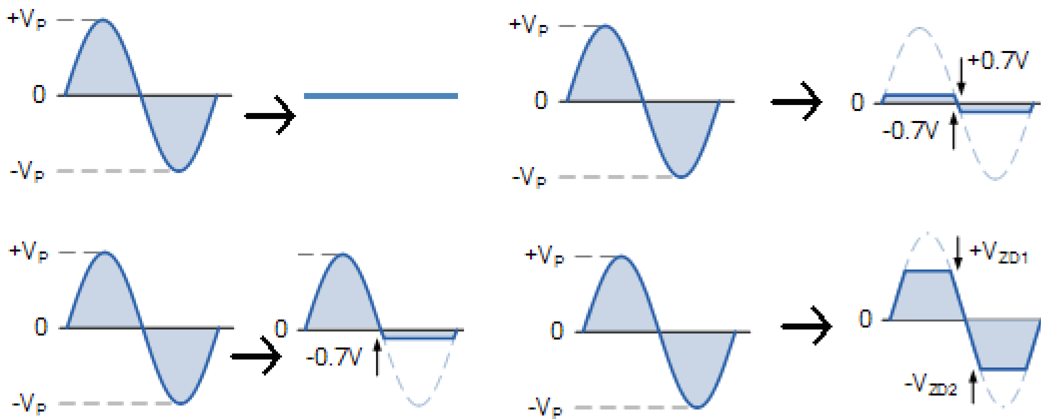
හේතු කුමක් වුවත්, ඩයෝඩවලින් බයස් පරිපථ සෑදිය හැකි බව දැන් පැහැදිලියිනෙ. මීට පෙර සංඥා ඍජුකරණය ගැන කතා කරන විටත් බයස් පරිපථයක් යොදා ගත්තා මතකද? ඩයෝඩයේ ඇනෝඩයට 0.7 ක වෝල්ටියතාවක් ලබා දීමටයි එහිදී අවශ්‍ය වූයේ. ඉතිං එය පහසුවෙන්ම කළ හැකියි ඒ පෙන්වා දුන් පරිදිම තවත් ඩයෝඩයකින් බයස් කිරීමෙන්. එවිට උෂ්ණත්ව වෙනස් වුවත්, බයස් වෝල්ටියතාවද වෙනස් නොවීම තවත් වාසියකි.

එහිදී අවශ්‍ය වූයේ සංඥා ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු නොකර එහෙත් පෙර නැඹුරු වෙන්නට ඔන්න මෙන්න තිබෙන සේ බයස් කිරීමනෙ. ඉතිං ඩයෝඩයක් යොදා ගන්නේ නැතිව රෙසිස්ටර් යෙදුවොත් කුමක් වෙන්න තිබුණාද? උෂ්ණත්වය වෙනස් වන විට, රෙසිස්ටරය හා පීඑන් සන්ධිවල අගයන් වෙනස් වන්නේ විවිධ ප්‍රතිශතයන්වලින්. ඒ කියන්නේ සමහරවිට, ඩයෝඩය දැන් සංඥාවක් නැතිවම

පෙර නැඹුරු වෙන්නට ඉඩ තියෙනවා. එහෙමත් නැතිනම් ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු වෙන්නට ඔන්න මෙන්න තියෙන ස්වභාවය අඩු වෙන්නට පුලුවන්. මේ දෙකෙන් කුමක් වුවත්, ඉන් සංඥාව විකෘති වෙනවා. මේ දෙකම වැලකෙනවා ඩයෝඩයකින් බයස් කළ විට.

ඩයෝඩ ක්ලිපිං පරිපථ (Clipping)

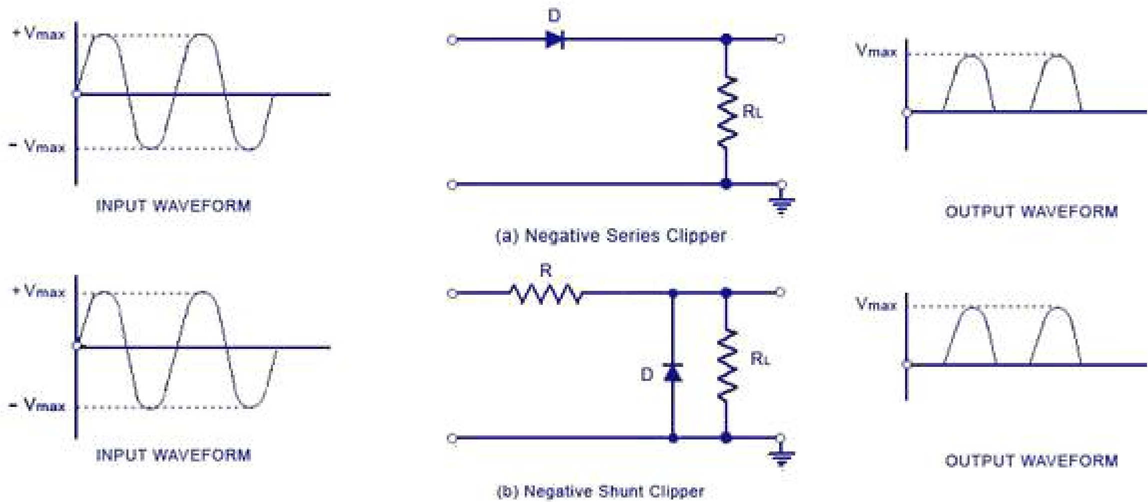
යම් සංඥාවක් "ක්ලිප්" කරනවා යන්නෙන් හඳුන්වන්නේ එම සංඥා තරංගයේ විස්තාර වෝල්ටියතාව අපට අවශ්‍ය ප්‍රමාණයට කපා දැමීමයි. එහිදී සංඥාව සම්පූර්ණයෙන්ම හෝ සංඥාවෙන් අර්ධයක් හෝ ඊට වඩා අඩුවෙන් හෝ ඊට වඩා වැඩියෙන් හෝ ආදී වශයෙන් කප්පාදු කළ හැකියි. පහත රූපයේ දැක්වෙන්නේ එවැනි සංඥා ස්වරූපය වෙනස් කිරීම් හෙවත් වේව්ෂේප් කිරීම් (wave shaping) කිහිපයකි.



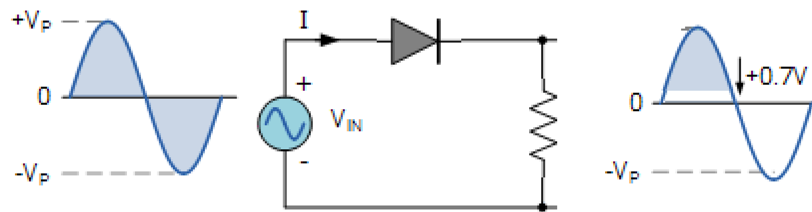
ඩයෝඩ මඟින් පහසුවෙන්ම මෙම ක්ලිප් කිරීම සිදු කළ හැකියි. සංඥාවේ උඩු කොටස (+ කොටස) හෝ යටි කොටස (- කොටස) හෝ කොටස් දෙකම එකවරම හෝ ක්ලිප් කළ හැකියි. මෙය සිදු කරන පරිපථය **clipping circuit** හෝ **clipper** යනුවෙන් හඳුන්වනවා. **Limiting circuit** හෝ **limiter** යනුවෙන්ද එය හැඳින්විය හැකියි.

ක්ලිපිං පරිපථවල ගමන් කරන්නේ සංඥාය. ඒ කියන්නේ සංඛ්‍යාතයන් ඉහලය. එමනිසා සංඥා ඩයෝඩයි භාවිතා කළ යුත්තේ. එනිසා සන්ධි ධාරිතාව හා රිවර්ස් රිකවරි ටයිම් අඩු ඩයෝඩ ගත යුතුය. පරිපථයේ අපේක්ෂිත සංඥා සංඛ්‍යාතය අනුව එය තීරණය කළ හැකියි.

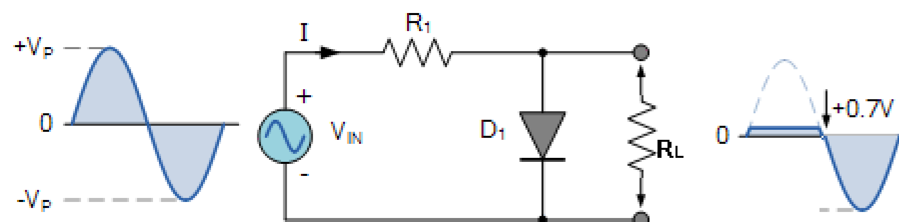
ඩයෝඩය ක්ලිපරයට එන සංඥාව/භාරය සමඟ ශ්‍රේණිගතව හෝ සමාන්තරගතව සවි කළ හැකියි. ඒ අනුව මූලිකව ක්ලිපර් පරිපථ වර්ග දෙකකි - **ශ්‍රේණිගත (series) ක්ලිපර්** හා **සමාන්තරගත (parallel/shunt) ක්ලිප්ර්**. බැලූ බැල්මට සීරීස් ක්ලිපරය රෙක්ටිෆයර් පරිපථයකට සමානයි නේද?



සීරීස් ක්ලිපරය ක්‍රියා කරන අයුරු බලමු. සංඥාවේ එක් අර්ධයකදී ඩයෝඩය පසු නැඹුරු වන නිසා, එම අර්ධය සම්පූර්ණයෙන්ම කපා දමා, පෙර නැඹුරු කරන අර්ධය පමණක් ගමන් කරවයි. පෙර නැඹුරුවේදී ගමන් කරන සංඥාවෙන්ද වෝල්ට් 0.7 ක ප්‍රමාණයක්ද කපා දමනවා (එය පහත රූපයේ පෙන්වා තිබෙනවා).



ෂන්ට් ක්ලිපරයේදී පෙර නැඹුරු අවස්ථාව බලමු. එවිට, ඩයෝඩයේ ප්‍රතිරෝධය ඉතා කුඩාය (ඕම් කිහිපයකි). ඊට සාපේක්ෂව භාර ප්‍රතිරෝධය අතිවිශාලය. ඒ කියන්නේ පරිපථයේ ධාරාවෙන් අතිශය බහුතර ධාරා ප්‍රමාණයක් දැන් ගමන් කරන්නේ ඩයෝඩය හරහාය. භාරය හරහා ධාරාව ගලා නොයන නිසා භාරය දෙපස ඩ්‍රොප් වන විභවය ශුන්‍ය වේ (ඇත්තටම මෙම අගය 0 නොව 0.7 පමණ වේ); එනම් සංඥාවේ එම අර්ධය කපා හැරියා සේ සැලකිය හැකියි. එවිට පසු නැඹුරුවේදී ඊට විරුද්ධ දෙය සිදු වේ; එනම් සංඥා කොටස ගමන් කරවයි. මෙහිදීද පෙර නැඹුරුවේදී 0.7 වෝල්ට් දක්වා ඩයෝඩය විදුලිය බ්ලොක් කරන නිසා, එම වෝල්ට් ප්‍රමාණයත් භාරය දෙපස රැඳෙනවා (රූපය බලන්න).



ඉහත ක්ලිපරයේ අමතර R_1 ප්‍රතිරෝධයක්ද තිබේ. එය දැම්මේ ඇයි? ඩයෝඩය පසු නැඹුරු අවස්ථාවේදී නම් එම ප්‍රතිරෝධය තිබුණත් නැතත් වෙනසක් නැත. එහෙත් පෙර නැඹුරු කළ විට ප්‍රශ්නයක් ඇති වෙනවා මෙම රෙසිස්ටරය නැති විට. ඊට හේතුව ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු කර ඇති විට ඒ හරහා විශාල ධාරාවක් ගලා ගොස් ඩයෝඩය පිලිස්සීමට ඉඩ තිබෙනවා (විශේෂයෙන්ම V_{IN} හි අගය විශාල නම්). ඇත්තටම මෙතැන තරමක් සිතීමට දෙයක් තියෙනවා. එනිසා ඒ ගැන වැඩිපුර විමසා බලමු.

සිතන්න ඉන්පුට් කරන වෝල්ටියතාව (V_{IN}) වෝල්ට් 4 ක් කියා. එහෙත් ඩයෝඩය දෙපස හැමවිටම රැඳෙන්නේ වෝල්ට් 0.7 කි. R_L වලින් නිරූපණය කරන භාරය තිබුණත් නැතත් මෙම වෝල්ටියතාව වෙනස් නොවේ. මෙම භාර ප්‍රතිරෝධයේ අගය වෙනස් වුවත් තත්වය වෙනස් නොවේ. ඒ කියන්නේ කර්චොෆ් වෝල්ටියතා නියමය අනුව මෙහි යම් විසංවාදයක් තිබෙනවා නේද? කර්චොෆ් වෝල්ටියතා නියමය අනුව, මෙම වෝල්ට් 4 ම රැඳිය යුත්තේ ඩයෝඩ අග්‍ර දෙපසයි. එහෙත් ඩයෝඩයට වෝල්ට් 0.7 ට වඩා රඳවා ගන්නට බැරිය. මේ කොන්දේසි දෙක එකිනෙකට පැහෙන්නේ නැහැ නේද? ඒ කියන්නේ පරිපථ/විද්‍යා නියමයන් බිඳ වැටෙනවාද? නැත. ඊට හේතුව ඉන්පුට් වෝල්ටියතාව සපයන බැටරියේ (හෝ වෝල්ටියතා ප්‍රභවයේ) තිබෙන අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය කරලියට පැමිණීමයි.

සාමාන්‍ය පරිපථවලදී මෙම අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය අමතක කර දැමුවත්, ඉහත අවස්ථාව වැනි විසංවාදී අවස්ථාවල අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයයි විසංවාදය දුරු කරන්නට උදව් වෙන්නේ. ඒ කොහොමද බලමු. සැපයුම් විභවය සමග ශ්‍රේණිගතවයි එහි අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය තිබෙන්නේ. සාමාන්‍යයෙන් මෙම අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය ඉතාම කුඩාය (එනිසානෙ එය බොහෝවිට අමතක කර සිටින්නෙත්). අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයද දක්වමින් (හා R_1 ප්‍රතිරෝධය නොමැතිව) ඉහත ක්ලිපරය පහත ආකාරයට ඇඳිය හැකියි.

දැන් අප උදාහරණයට ගත් සැපයුම් විභවයේ වෝල්ට් 4 න් 0.7 ක් ඩයෝඩය දෙපස රැඳෙන අතර, ඉතිරි 3.3 ක ප්‍රමාණය අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය ($R_{internal}$) දෙපස අනිවාර්යෙන්ම රැඳේ. මෙයින් විසංවාදය සමනය වේ (එනම්, ඩයෝඩය දෙපස 0.7 රැඳෙන ගමන්ම කර්චොෆ්ගේ වෝල්ටියතා නියමයද තෘප්ත වේ). එහෙත් තවදුරටත් ගණනය ඉදිරියට කරගෙන යමු. දැන් අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය දෙපස වෝල්ට් 3.3 ක් ඩ්‍රොප් වේ. එම ප්‍රතිරෝධයේ අගය මිලිඕම් 100 යැයි සිතමු. එවිට, ඕම් නියමය අනුව අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය හරහා ගලා යන ධාරාව $3.3/0.1 = 33$ Amp වේ. මෙම අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය හරහා යන ඇම්ප් 33 ධාරාවම තමයි එම පරිපථයේ ඉදිරියටත් ගමන් කරන්නේ. ඒ කියන්නේ ඩයෝඩය හරහාද මෙම ධාරාව ගමන් කරනවා. මේසා විශාල ධාරාවක් ඩයෝඩය හරහා යන විට, එය පිලිස්සිය හැකියි නේද? (මොකද සංඥා ඩයෝඩවල I_F අගය සාමාන්‍යයෙන් කුඩාය)

එවිට එම අධික ධාරාව ගලා ගොස් ඩයෝඩය පිලිස්සී යෑම වැලැක්වීමටයි එම R_1 ප්‍රතිරෝධය

තිබෙන්නේ. දැන් R_1 ප්‍රතිරෝධය දැමූ විට ගලා යන ධාරාව පාලනය වෙනවා. දැන් R_1 හා $R_{internal}$ යන ප්‍රතිරෝධක දෙක ශ්‍රේණිගතව පවතිනවා. එහෙත් R_1 ට සාපේක්ෂව $R_{internal}$ ඉතාම ඉතා කුඩාය. එනිසා මේ දෙකෙහි සමක අගය ලෙස R_1 හි අගයම ගත හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස, R_1 අගය ඕම් 100 නම්, ධාරාව 3.3/100 = 33mA දක්වා අඩු වේ.

සාමාන්‍යයෙන් මෙම R_1 අගය කුඩා විය යුතුය. පෙර නැඹුරුවේදී ඩයෝඩය හරහා ගලා යන අධික ධාරාව අඩු කිරීමට ප්‍රමාණවත් තරමේ ප්‍රතිරෝධ අගයක් එහි තිබිය යුතුය. ඩයෝඩය පසු නැඹුරු විට, මෙම ප්‍රතිරෝධය හා භාර ප්‍රතිරෝධය අතර විභව බෙදුම් පරිපථයක් ඇති වෙනවා. ඉතිං, මෙම ප්‍රතිරෝධය විශාල වන විට භාරයට ලැබෙන වෝල්ටියතාව අඩු වෙනවා. එය වැලැක්වීමට නම්, භාර ප්‍රතිරෝධයට වඩා R_1 ඉතා කුඩා විය යුතුයි ($R_1 << R_L$).

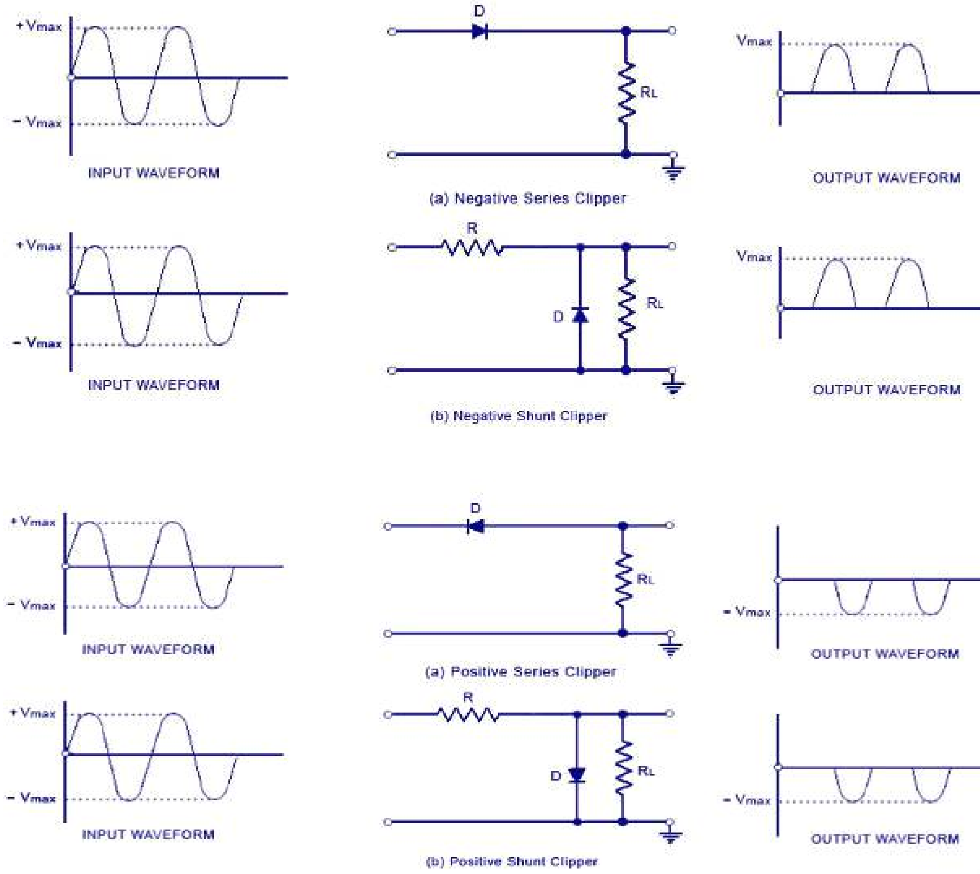
සටහන

ඇත්තෙන්ම ඉහත සඳහන් කළ ආකාරයට ආරක්ෂිත උපක්‍රමයක් වශයෙන් සුදුසු අගයකින් යුතු රෙසිස්ටරයක් දැමීම ඉතා හොඳ පරිපථ සැලසුම්කරණ පුරුද්දකි. මෙතැන පමණක් නොව, පරිපථ සැලසුම්කරණයේදී නොයෙක් අවස්ථාවල මෙම ක්‍රමය අනුගමනය කිරීමට සිදු වෙනවා.

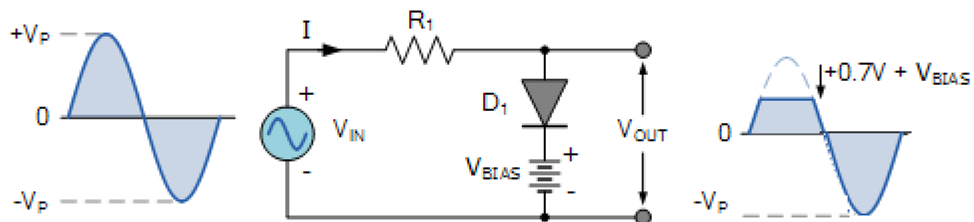
යම් උපාංගයක් පරිපථය තුළ විවිධ අවස්ථාවන්ට මුහුණ දෙනවා. උදාහරණයක් ලෙස ඉහත රූපයම සලකන්න. එහි ඩයෝඩය පසු නැඹුරු විට කිසිදු ධාරාවක් ගලා යන්නේ නැත. එය පෙර නැඹුරු වූ විට ධාරාවක් ගලා යනවා. පරිපථ නිර්මාණකරුවා වශයෙන් ඔබ ඒ සෑම උපාංගයක් ගැනම හැම පැතිකඩකින්ම සිතිය යුතුයි (ඇත්තටම මෙය සිතන තරම් පහසුද නැත; බොහෝ අමතකවීම්/අතපසු වීම් සිදුවන අවස්ථාවකි). එවිට, එක් එක් උපාංගය ක්‍රියාත්මක වන විවිධ ආකාර ගැන සිතිය යුතුයි. ඒ සෑම ආකාරවලදීම ඒ තුලින් ගලා යන ධාරාව හා වෝල්ටියතාවන් සුදුසු අගයන්ගෙන් තිබේදැයි විමසිලිමත් විය යුතුය. ඉහත උදාහරණයේදී සිදු කළේ එයයි. ඩයෝඩය පසු නැඹුරුවේදී ගැටලුවක් නැති වුවත්, පෙර නැඹුරුවේදී අධික ධාරාවක් ගලා යෑම නිසා ඩයොඩය පිලිස්සීමට ඉඩ තිබෙන නිසා, එය වැලැක්වීමට උපක්‍රමයක් යෙදිය යුතුය.

තවද, සැපයුම් විභවය හා යම් උපාංගයක් දෙපස කුමන හේතුවක් නිසා හෝ රැඳිය යුතු විභවය අතර වෙනස්කමක් පවතී නම් විසංවාදයක් ඇති වේ (එනම් කර්චොෆ් නියමය අවලංගු වේ). සමහරවිට අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය යොදාගෙන එම විසංවාදය සමනය වන ආකාරයට තර්ක කළද හැකියි. එසේ කළත් එය ප්‍රායෝගික විසඳුමක් නොවන බව ඉහත උදාහරණයෙන්ද පෙනුනා (ඒ කියන්නේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය මඟින් විසංවාදය නිරාකරණය කළත්, උපාංගය පිලිස්සී යෑම වැලකෙන්නේ නැහැනෙ). එනිසා, මෙවැනි විසංවාදී අවස්ථාවක් මතුවන ඕනෑම විටක, එම විසංවාදය ප්‍රායෝගිකව සමනය කරන්නට සුදුසු අගයකින් යුතු රෙසිස්ටරයක් දැමිය හැකියි.

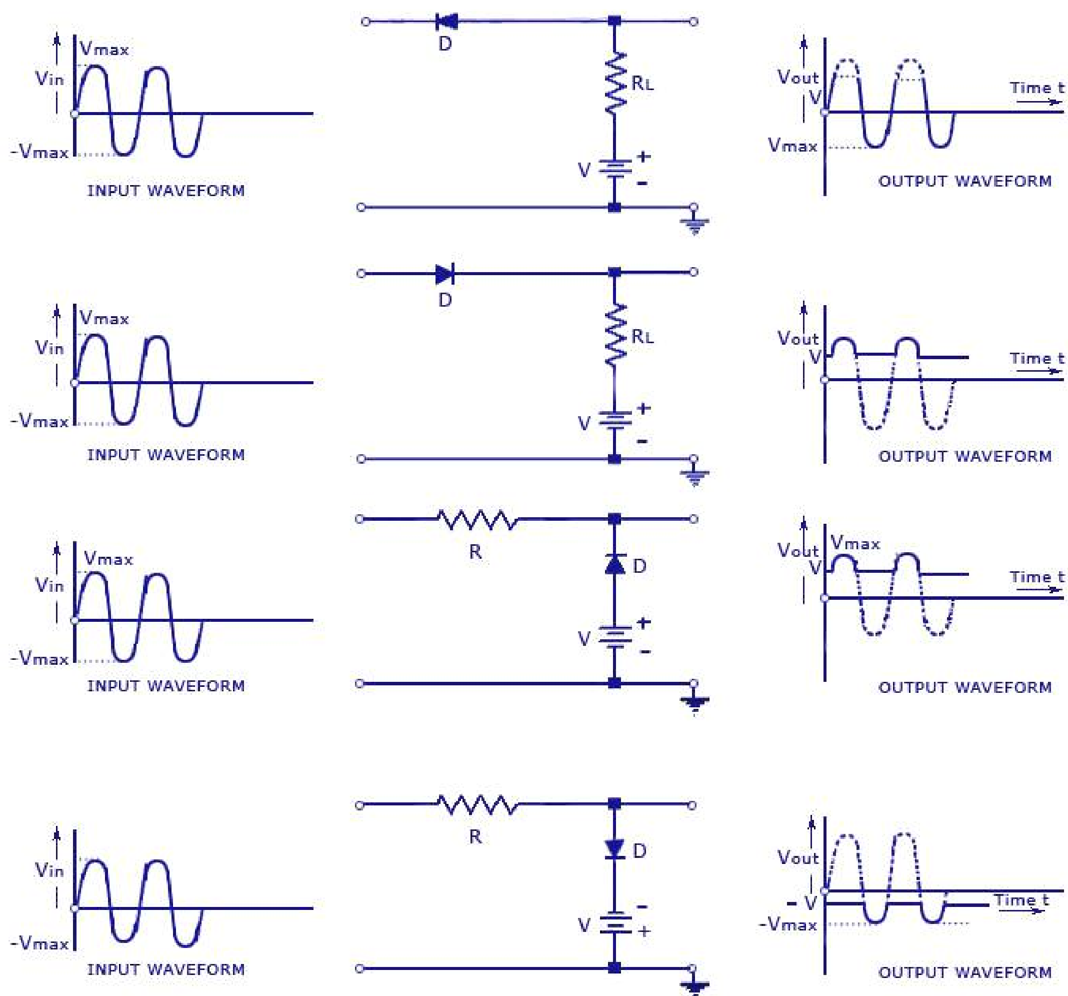
ඩයෝඩය යොදන දිශාව අනුව, ඉහත ක්‍රම දෙකෙන්ම සංඥාවේ ධන අර්ධය හෝ සෘණ අර්ධය පමණක් ක්ලිප් කළ හැකියි. තරංගයේ ධන පැත්තෙන් නම් ක්ලිප් වෙන්නේ එය **positive clipper** ලෙසද, ක්ලිප් වෙන්නේ සෘණ පැත්තෙන් නම් එය **negative clipper** ලෙසද හැඳින්විය හැකියි. සීරීස්, පැරලල් යන ක්‍රම දෙකත්, පොසිටිව්, නෙගටිව් ක්‍රම දෙකත් නිසා පහත ආකාරයට මූලිකව 4 ආකාරයක ක්ලිපර් පරිපථ සෑදිය හැකියි.



ඉහත දැක්වූ ක්ලිපර් වර්ග 4 ප්‍රධාන ඒවාය. මෙම පරිපථවල යොදන ඩයෝඩයන් බයස් කිරීමෙන් ක්ලිප් වන වෝල්ටියතා මට්ටම වෙනස් කළ හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස පහත ඇති බයස් කරපු ක්ලිපර් පරිපථය බලන්න.



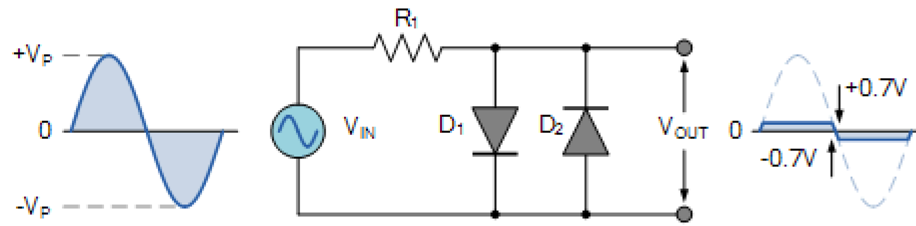
මෙහිදී ඩයෝඩය V_{BIAS} අගයෙන් යුත් බැටරියකින් (වෝල්ටියතාවකින්) බයස් කර ඇත. එහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ක්ලිප් වෝල්ටියතා අගය වෙනස් වේ. මෙය පොසිටිව් ක්ලිපරයක් නිසා බයස් කරපු වෝල්ටියතාව V_{BIAS}+0.7 ලෙස අවුට්පුට් තරංගයේ පෙන්වා තිබෙනවා. ඒ අනුව මෙම ක්ලිපරය **biased positive clipper** ලෙස හැඳින්විය හැකියි. එලෙසම පහත ආකාරයේ විවිධාකාරයේ බයස්ඩ් ක්ලිපර් සෑදිය හැකියි.



මීටත් අමතරව තවත් වෙනස්කම් සහිත ක්ලිපර් පරිපථ සෑදිය හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස, ඉහත පරිපථ සියල්ලෙහිම බැටරිවල ධන සෘණ මාරු කළ විට ලැබෙන්නේ තවත් වෙනස්ම ක්ලිපර් පරිපථ 4 කි. ඒවායේ අවුට්පුට් තරංගයේ හැඩය කුමක් වේවිදැයි ඔබටම විග්‍රහ කරගත හැකියි දැන්.

තවද, එකවිට ක්ලිපර් දෙකක් යොදා **සංයුක්ත ක්ලිපරයක් (combined clipper)** නිර්මාණය කරගත හැකියි. බොහෝවිට සංයුක්ත ක්ලිපරයේ තිබෙන්නේ බයස්ඩ් ක්ලිපර් දෙකකි. සංයුක්ත ක්ලිපරයේ ඇති ක්ලිපර් දෙකේ බයස් වෝල්ටියතා අගයන් සමාන හෝ අසමාන විය හැකියි.

බයස් නොකරපු දෙකක් සංයුක්ත කිරීමෙන් ප්‍රයෝජනවත් ප්‍රතිඵලයක් නොලැබේ. ඊට හේතුව පහත රූපය බැලූ විට පෙනේ. එනම් අපට ලැබෙන්නේ තරංග අර්ධ දෙකම කැපී ගිය කිසිම ප්‍රයෝජනයක් නැති තරංගයකි. එනිසා සංයුක්ත ක්ලිපරයක් යොදන විට, අඩුම ගානේ එක් ඩයෝඩයක්වත් බයස් කිරීමට සිදු වෙනවා.

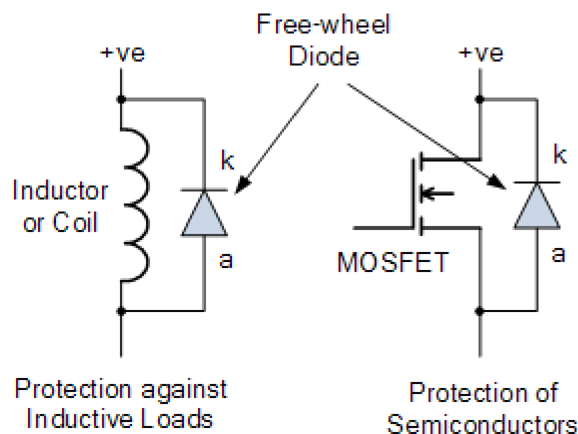


සෙනර් ඩයෝඩ් යොදාගෙනද ක්ලිපර් සෑදිය හැකියි. සෙනර් හා සාමාන්‍ය ඩයෝඩ මිශ්‍ර කරමින්ද ක්ලිපර් සෑදිය හැකියි. ඇත්තටම මෙලෙස පරිපථ සෑදීම පහසු වැඩක් එම ඩයෝඩවල ක්‍රියාකාරීත්වය හොඳින් දන්නේ නම්.

ක්ලිපරයක භාවිතාවන් කිහිපයක් ඇත. සංඥා හැඩය වෙනස් කිරීම (waveform shaping) ඉන් එකකි. ක්ලිපරයකට ඉන්පුට් කරන සංඥා හැඩයට වඩා වෙනස් හැඩයක් ඉන් පිට වෙන්නේ (උඩින් යටින් සංඥා කොටස් කපා හරිමින්). පරිපථය හරහා ඕවර්වෝල්ටේජ්/ස්පයික් (කෙටි කාලීන ඉහළ වෝල්ටියතාවන්) ගමන් කිරීම වැලැක්වීම ක්ලිපරයක තවත් භාවිතාවක්. ස්පයික් එකේ අහිතකර මට්ටමේ වෝල්ටියතා මුදුන් ක්ලිපරයෙන් කපා දමා පරිපථයේ උපාංග ඉන් ආරක්ෂා කරනවා.

Freewheel Diodes

ඇත්තටම මේවා විශේෂ ඩයෝඩ වර්ගයක් නොව, ඩයෝඩයක් මඟින් යම් පරිපථ කොටසක් හෝ යම් ඉලෙක්ට්‍රොනික් උපාංගයක් ආරක්ෂා කිරීමට යොදා ගන්නා ක්‍රමයකි. ඒ කියන්නේ යම් ඉලෙක්ට්‍රොනික් උපාංගයක් දෙපසට හෝ යම් පරිපථ කොටසක් දෙපසට සුදුසු දිශාවකට ඩයෝඩයක් සමාන්තරගතව සවි කළ හැකියි එම උපාංගයේ යම් අහිතකර තත්වයන් පාලනය කිරීමට. මෙවැනි අරමුණකින් එවැනි ආකාරයට ඩයෝඩයක් සවි කළ විට, ෆ්‍රීවීල් ඩයෝඩ් නමින් ඒ ඩයෝඩය හැඳින්විය හැකියි.



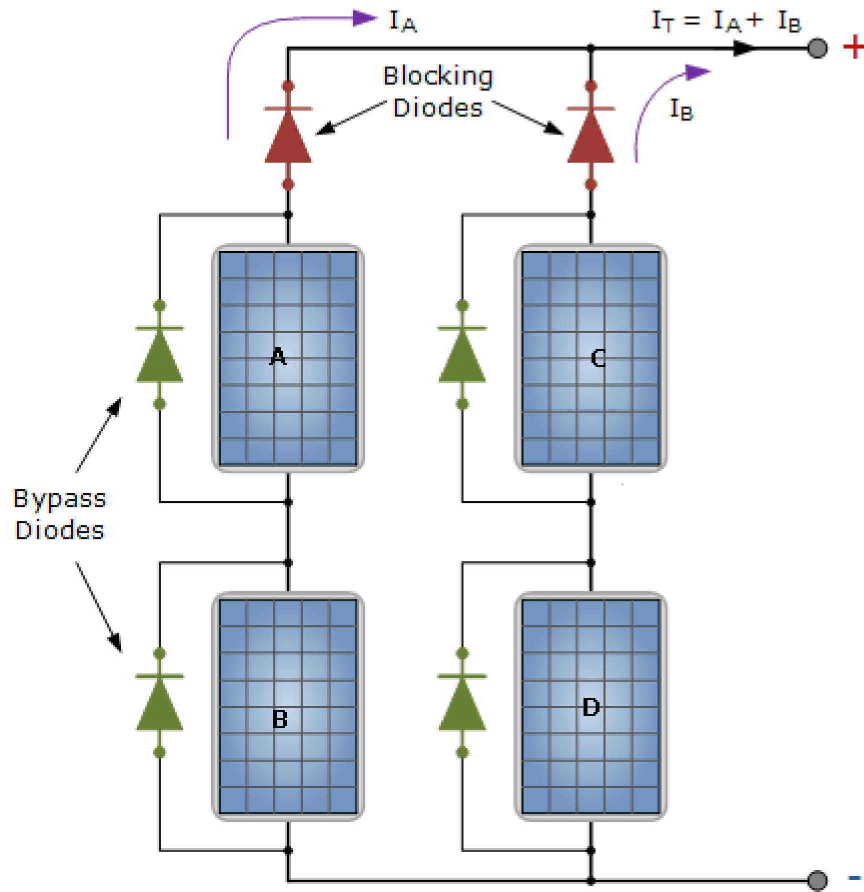
දෙවැනි ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් පොතෙහිද පෙන්වා දුන් ඉන්ඩක්ටිව් කික් වැලැක්වීමට යෙදූ ස්නබර් පරිපථය ෆ්‍රීවීල් ඩයෝඩයකට හොඳම උදාහරණයකි (ඉහත රූපයේ වම් කොටස). සාමාන්‍යයෙන් මෙවැනි ෆ්‍රීවීල් ඩයෝඩයක් යොදන්නේ පරිපථයේ සාමාන්‍ය ක්‍රියාකාරිත්වයේදී ඩයෝඩයේ බලපෑම

පරිපථයට නොදැනෙන, නමුත් වෙනත් අවස්ථාවකදී ෆ්‍රීවීල් ඩයෝඩයේ බලපෑම පරිපථයට දැනෙන විදියටයි. මේ විදියට හැසිරීමට නම්, පරිපථයේ සාමාන්‍ය ක්‍රියාකාරිත්වයේදී ධාරාව ගමන් කරන දිශාවට විරුද්ධ දිශාවට පවතින සේ (එනම්, පසුනැඹුරු වන සේ) ෆ්‍රීවීල් ඩයෝඩය සවි කරන්නට සිදු වේ. උදාහරණයක් ලෙස ඉහත ස්නබර් එකේ ඩයෝඩය පරිපථයේ සාමාන්‍ය ධාරාව ගමන් කරන දිශාවට විරුද්ධවයි සවි කර තිබෙන්නේ. එවිට, පරිපථයේ සාමාන්‍ය ක්‍රියාකාරිත්වයේදී ඩයෝඩය හරහා විදුලියක් ගමන් නොකරන නිසා, ඩයෝඩය එතැන තිබෙන බවක් පරිපථයට නොදැනේ. එහෙත් පරිපථය ඕෆ් කළ ගමන් ඉන්ඩක්ටිව් කික්බැක් එක නිසා, විශාල විදුලි ධාරාවක් ගලා යෑමට හදන විට, අර නිශ්ශබ්දව සිටි ඩයෝඩය එකවර කරලියට පැමිණේ.

ඉහත රූපයේම දකුණු පැත්තේ පෙන්වා තිබෙනවා ෆ්‍රීවීල් ඩයෝඩවල තවත් ප්‍රයෝජනයක්. සමහර අර්ධසන්නායක උපාංග තිබෙනවා ඒවායේ අග්‍ර දෙකක් අතර යම් දිශාවක් ඔස්සේ ලොකු විභවයක් නොපැවතිය යුතු. උදාහරණයක් ලෙස ඉහත උදාහරණයම ගමු. මෙහි ෆෙට් ට්‍රාන්සිස්ටරයක් ඇත. එහි පෙන්වා ඇති අග්‍ර දෙකෙහි "යට අග්‍රයේ" සිට "උඩ අග්‍රයට" වෝල්ට් 1 කට වඩා බැරිවෙලාවත් පිහිටියොත් ට්‍රාන්සිස්ටරය පිලිස්සී යනවා යැයි සිතමු. එවිට ඉහත ආකාරයට ඩයෝඩයක් සවි කිරීමෙන් හැමවිටම මෙම අග්‍ර දෙක අතර විභවය ඩයෝඩයේ උපරිමව 0.7 ට පවත්වාගනී. තවද, සාමාන්‍යයෙන් එම ට්‍රාන්සිස්ටරය හරහා ධාරාව යන්නේ උඩ අග්‍රයේ සිට යට අග්‍රයටයි. එම සාමාන්‍ය ක්‍රියාකාරිත්වයට ෆ්‍රීවීල් ඩයෝඩය බලපෑමක් එල්ල කරන්නේ නැහැ මොකද එම දිශාවට ෆ්‍රීවීල් ඩයෝඩය පසුනැඹුරුව පවතින නිසා.

තවත් ෆ්‍රීවීල් ඩයෝඩ යොදන තැනක් සූර්යකෝෂ පැනල්වලදී හමු වේ. සූර්යපැනලයක් සාදා තිබෙන්නේ කුඩා සූර්යකෝෂ ගණනාවක් ශ්‍රේණිගතව හා සමාන්තරගතව එකිනෙකට සම්බන්ධ කිරීමෙනි. මේ කෝෂ සියල්ලම එකම ආකාරයෙන් වැඩ කරන්නේ නැත. සමහර කෝෂවලට සෙවනැලි වැටී ඒවායෙන් අඩු විදුලි ප්‍රමාණයක් නිපදවීමට පුලුවන්. එහෙමත් නැතිනම්, සමහර කෝෂවල දෝෂ (fault) හටගෙන තිබෙන්නට පුලුවන්. මේ ආදී නොයෙක් හේතු නිසා එක් එක් කෝෂවලින් නිපදවන විදුලි ප්‍රමාණයන් වෙනස් විය හැකියි.

මෙලෙස යම් සූර්යකෝෂයක මන්දක්‍රියාකාරිත්වය හෝ අක්‍රියවීම නිසා ඊට සම්බන්ධ අනෙක් කෝෂවල විදුලිය සූර්ය පැනලයෙන් ඉවතට ලබා දීමට නොහැකි තත්වයක් ඇති කළ හැකියි (හරියට පාර මැද විශාල ඇක්සිඩන්ට් එකක් වෙලා මුලු පාරම වසා ගෙන සිටිනවා වාගේ). සෑම කෝෂයක් සමගම සමාන්තරගතව ෆ්‍රීවීල් ඩයෝඩයක් සවි කළ විට, මෙම ප්‍රශ්නයට විසඳුමක් ලැබේ. එනම්, යම් කෝෂයක් අක්‍රිය වූ විට, ඊට පිටුපසින් ඇති කෝෂවල විදුලිය අක්‍රිය කෝෂයට සමාන්තරගතව සම්බන්ධ කර ඇති ඩයෝඩය හරහා එලියට ගමන් කරයි. එහෙත් තනි තනි කෝෂයට ෆ්‍රීවීල් ඩයෝඩ සවිකිරීම වියදම් අධික නිසා, බොහෝවිට ඔබට කෝෂ කිහිපයකින් සැදුම්ලත් කුඩා ඒකක හරහා මෙය සිදු කළ හැකියි (පහත රූපය). (ඊටත් අමතරව, සත්‍ය වශයෙන්ම සූර්යකෝෂ නිෂ්පාදකයන් විසින්ම සෑම කෝෂයකටම එවැනි ඩයෝඩය සවි කර ඇත සූර්යකෝෂ නිෂ්පාදනය කරන විටම. එනිසා අමුතුවෙන් මෙම ඩයෝඩ කෝෂයෙන් කෝෂයට සවි කිරීමට සිදු නොවේ.)



ඉහත රූපයේ ඒකක 4 ක් ෆ්‍රීවීල් ඩයෝඩ් යොදාගෙන ඇති අයුරු දැක්වේ. මේ එක් එක් ඒකකයක් තුළ සූර්යකෝෂ කිහිපයක් ඇති බව කුඩා කොටුවලින් නිරූපණය කෙරේ. සූර්යපැනලවලදී, ෆ්‍රීවීල් ඩයෝඩය **බයිපාස් ඩයෝඩය** ලෙසද හඳුන්වනවා. දැන් A ඒකකය අක්‍රිය වූයේ නම්, ෆ්‍රීවීල් ඩයෝඩ නොමැති වුවොත් B ඒකකයේ නිපදවෙන විදුලිය පිට කිරීමට මාර්ගයක් නැතිව යනවා. එහෙත් A ට සම්බන්ධ ෆ්‍රීවීල් ඩයෝඩය නිසා B හි විදුලිය එම ඩයෝඩය හරහා පිටතට ලබා දිය හැකියි.

ඊට අමතරව රූපයේ පෙන්වා ඇති ලෙසම, **බ්ලොකිං ඩයෝඩ** නමින්ද ඩයෝඩ භාවිතා කර තිබෙනවා. එහි අරමුණ ෆ්‍රීවීල් ඩයෝඩවලට වඩා වෙනස්ය. A හා B දෙක එක් ශාකාවක් (branch) ලෙසද, C හා D දෙක තවත් එක බ්‍රාන්ච් එකක් ලෙසද පවතිනවා. කුමන හේතුවක් නිසා හෝ එක් ශාකාවක වෝල්ටියතාව අනෙකට වඩා වැඩි වුවොත් ඉන් වැඩි වෝල්ටියතා ශාකාවේ විදුලියෙන් අඩු වෝල්ටියතා ශාකාව ඔස්සේ වොල්ටියතා පාතනයක් ඇති කළ හැකියි. තවද, සූර්යාලෝකය තිබෙන විට ජනිතවන විදුලිය සාමාන්‍යයෙන් පැනලයට සම්බන්ධ බැටරියක් චාජ් කෙරෙනවා. සූර්යාලෝකය නැති විටදී මෙම කෝෂ අක්‍රියයි. එවිට, මෙම බැටරියේ විදුලිය සූර්යකෝෂ හරහා ගමන් කිරීමට හදනවා. මේ දෙකම වැලැක්වීමටයි ඉහත බ්ලොකිං ඩයෝඩ එක් එක් ශාකාවට එක බැගින් යොදා තිබෙන්නේ.

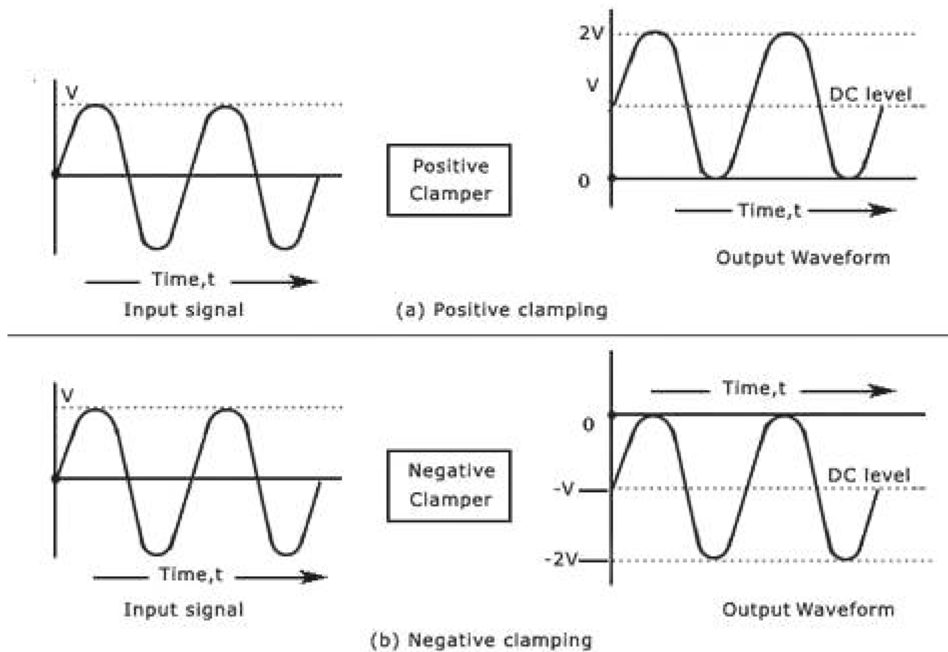
එක් එක් ශාකාවන් අනෙක් ශාකාවන්ගෙන් වෙන් කරන නිසා බ්ලොකිං ඩයෝඩයම **isolation diode** ලෙසද හැඳින්විය හැකියි. ශාකාව සමග ශ්‍රේණිගතව සම්බන්ධ කර තිබෙන නිසා, එයම **series diode** ලෙස හැඳින්විය හැකියි. බ්ලොකිං ඩයෝඩය සීරීස් ඩයෝඩය ලෙස හඳුන්වන නිසාම, ෆ්‍රීවීල් ඩයෝඩය

කෝෂ/ඒකක සමග සමාන්තරගතව සම්බන්ධ කර ඇති නිසා, ෆ්‍රීවීල් ඩයෝඩය **shunt** හෝ **parallel diode** ලෙසද හැඳින්විය හැකියි.

ඉහත උදාහරණ තුන මතක තබා ගන්න. එවැනි ආරක්ෂිත ක්‍රියාකාරිත්වයක් අවශ්‍ය තැන්වලට ෆ්‍රීවීල් ඩයෝඩයක් දැමිය හැකි බව පෙනෙනවා නේද?

ඩයෝඩ ක්ලැම්පිං පරිපථ (Clamping)

මෙම පරිපථයෙන් කරන්නේ යම් ඒසී සංඥාවකට ඩීසී විදුලියක් එකතු කිරීමයි. එම එකතු කරන ඩීසී විදුලිය ධන හෝ ඍණ විය හැකියි. මෙම ඩීසී විදුලිය **clamp voltage** ලෙස හඳුන්වමු. එය ධන නම්, ඒසී සංඥාව x අක්ෂයෙන් ඉහලට එසවේ. එසේ එසවෙන ප්‍රමාණය තීරණය වන්නේ ක්ලැම්ප් කරන (එකතු කරන) ඩීසී වෝල්ටියතාවේ අගය මතයි. මෙම පරිපථය එනිසා **positive clamper** ලෙස හැඳින්වේ. එසේම, ක්ලැම්ප් කරන ඩීසී වෝල්ටියතාව ඍණ නම්, ඒසී සංඥාව x අක්ෂයෙන් යටට යයි. මෙය **negative clamper** වේ. මෙලෙස සංඥාව උඩට හෝ පහලට (එනම් මට්ටම) වෙනස් කරන නිසාම, මෙම පරිපථ **level shifting circuit (level shifter)** ලෙසද හැඳින්වේ. සංඥාවේ මට්ටම ඉහල පහල ගියත්, සංඥාවේ හැඩය වෙනස් නොවේ (ක්ලිපර්වල නම් සංඥාවේ හැඩයයි වෙනස් වූයේ).

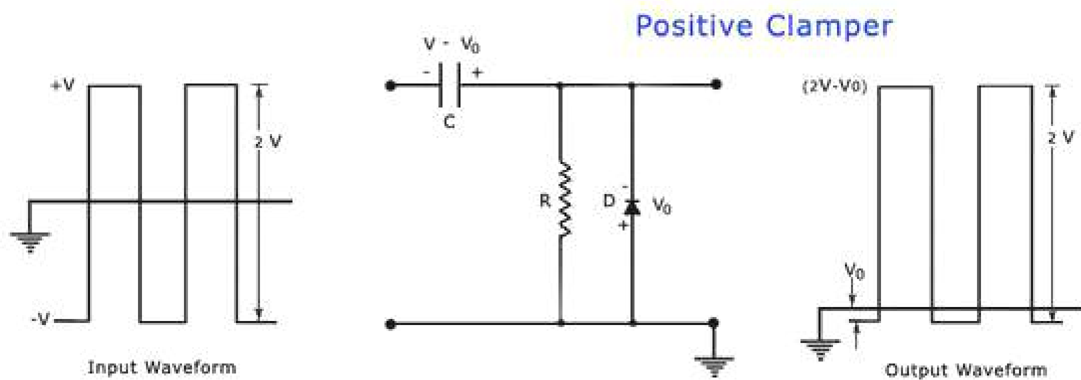


ඉහත රූපයේ (a) බලන්න. එය පොසිටිව් ක්ලැම්පිං අවස්ථාවක් පෙන්නුම් කරයි. මෙහිදී ඉන්පුට් සංඥාවේ විස්තාරය V වේ. එම ඒසී සංඥාවේ විස්තාරය ධන පැත්තෙන් V දක්වාද ඍණ පැත්තෙන් -V දක්වාද පවතිනවා. දැන් මෙම සංඥාව V වෝල්ටියතාවක් සහිත ඩීසී විදුලියකින් ක්ලැම් කළ පසු ලැබෙන සංඥාව එහි දකුණු පැත්තේ පෙන්වයි. මුලු සංඥාවම V වෝල්ට් ප්‍රමාණයකින් ඉහලට එසවී ඇත. එවිට, උඩු දිශාවේ විස්තාරය V+V = 2V වේ. යට දිශාවේ විස්තාරය -V + V = 0 වේ. මෙලෙසම b රූපය ගැනත් සොයා බලන්න. එය -V ප්‍රමාණයකින් ක්ලැම්ප් කර ඇත. එනිසා සංඥාව යටට ගොස්

ඇත.

දෙවැනි ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් පොතෙහි ධාරිත්‍රක ගැන ඉගෙනීමේදී ඩීසී බ්ලොකිං ගැන අප කතා කළා මතකද? එහිදී සිදු වූයේ යම් සංඥාවක පවතින ඩීසී කොටස (DC component) ඉවත් කර, ඒසී සංඥාව පමණක් ගමන් කරවීමයි. මෙහි විරුද්ධ ක්‍රියාව සිදු කළ හැකියි ක්ලැම්පිං පරිපථයකින්. එනම්, ඒසී සංඥාවකට ඩීසී විභවයක් එකතු කිරීම කරන්නේ ක්ලැම්පර් එකකිනි. මේ නිසාම ක්ලැම්පිං පරිපථය **DC restorer** යන නමින්ද හැඳින්වෙනවා.

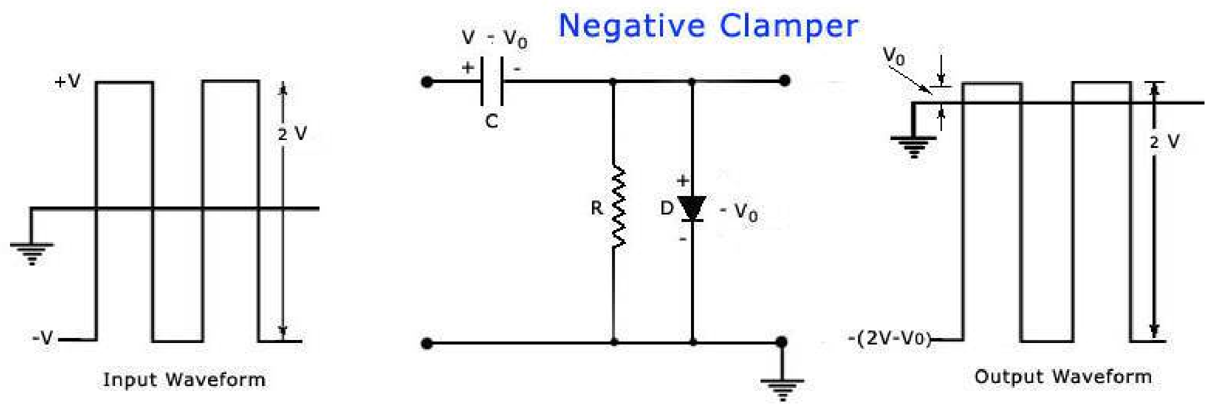
ක්ලැම්පිං පරිපථයක් සෑදීමට ඩයෝඩයකට අමතරම කැප් එකක් අවශ්‍ය කරනවා. පහත දැක්වෙන ක්ලැම්පර් පරිපථය බලන්න. ඩයෝඩය සවි කරන දිශාව අනුව ක්ලැම්පරය පොසිටිව්ද නෙගටිව්ද යන වග තීරණය වේ. කැපැසිටරය හැමවිටම සංඥාව සමග ශ්‍රේණිගතව සවි කෙරේ.



ඉහත රූපයේ පරිදි ඩයෝඩය සවි කර තිබෙන විට, ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු වන්නේ සංඥාවේ ඍණ අර්ධයේදීය. එවිට භාරය හරහා ධාරාව නොගලා ඩයෝඩය හරහා ධාරාව ගලයි. එහෙත් දැන් ඩයෝඩය දෙපස V_0 වෝල්ටීයතාවක් ඩ්‍රොප් වේ. මෙලෙස ඩයෝඩය හරහා ඩ්‍රොප් වී තිබෙන වෝල්ටීයතාවම තමයි ඉබේම භාරය දෙපසද දැන් පිහිටන්නේ. අවුට්පුට් සිග්නල් එකේ මෙම කුඩා V_0 ප්‍රමාණය පැහැදිලිව දක්වා තිබේ. මෙලෙස ඩයෝඩය හරහා ගලා යන ධාරාවමයි කැප් එක තුලින් ගමන් කරන්නෙත්. එනිසා කැප් එක චාජ් වේ $V - V_0$ අගයක් දක්වා.

දැන් සංඥාවේ ධන අර්ධය පැමිණීමේදී එය පසු නැඹුරු වේ. එනිසා ඩයෝඩය හරහා කිසිදු ධාරාවක් ගලා යන්නේ නැත. එහෙත් භාරය හරහා ධාරාව ගලයි. මෙවිට සංඥාවේ V වෝල්ටීයතාව භාරයට ලැබේ. එහෙත් දැන් සංඥාවේ V වෝල්ටීයතාවට අමතරව කැප් එකේ චාජ් වී තිබෙන $V - V_0$ වෝල්ටීයතාවද එකතු වේ. ඒ කියන්නේ භාරයට $V + (V - V_0) = 2V-V_0$ වෝල්ට් ප්‍රමාණයක් ලැබේ.

දැන් ඉන්පුට් සංඥාව හා අවුට්පුට් සංඥාව සසඳා බලන්න. සංඥාව ඉහලට එසවී තිබෙනවා නේද? එනිසා මෙය පොසිටිව් ක්ලැම්පර් පරිපථයකි. මෙලෙසම පහත රූපයේ දැක්වෙන නෙගටිව් ක්ලැම්පර් එක ගැනත් කල්පනා කර බලන්න.

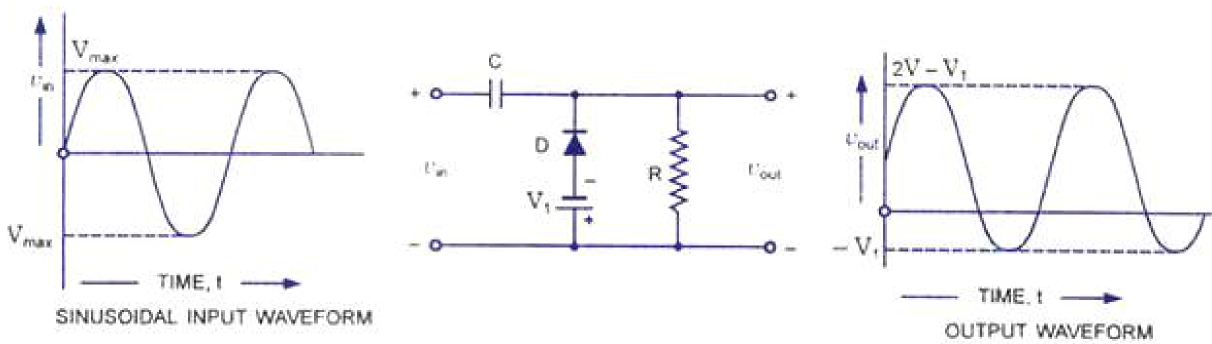


ඉහත පරිපථ සඳහා යොදන ධාරිත්‍රක අගය ගණනය කරන්නේ කෙලෙසද? ඇත්තටම මෙහි යම් කොන්දේසියක් ඇත. සංඥාවේ එක් අර්ධයකදී ධාරිත්‍රකය චාජ් වේ. එහෙත් අනෙක් අර්ධයේදී එය ඩිස්චාජ් නොවිය යුතුය. ඩිස්චාජ් නොවේ යැයි උපකල්පනය කළ නිසා තමයි ඉහත පැහැදිලි කළ ලෙසට සංඥාවේ එක් අර්ධයකදී ධාරිත්‍රකයේ වෝල්ටියතාව සංඥාවට එකතු කර දැක්විය හැකි වූයේ. නිකමට හෝ කැප් එක V_2 නම් වෝල්ටියතාවක් දක්වා ඩිස්චාජ් වූවා නම්, සංඥාව $V + V_2$ ලෙස අවුට්පුට් වේවි. තවද, මෙවිට අවුට්පුට් සංඥාවේ යම් විකෘතියක් ඇති වේවි මොකද කාලයත් සමග කැප් එකේ වෝල්ටියතාව විචලනය වන නිසා (එනම් සංඥාවේ විවිධ තැන්වල වෝල්ටියතාවට එකතු වන්නේ කැප් එකේ නිරන්තරයෙන් වෙනස් වන විභවයකි). එනිසා කැප් එක ඩිස්චාජ් නොවිය යුතුය යන කොන්දේසිය සපුරා ගත යුතුය කෙසේ හෝ. එය සිදු කරන්නේ කෙසේද?

ඇත්තටම එය 100% ක්ම ඉටු කර ගත නොහැකියි. එක් අර්ධයකදී අනිවාර්යෙන්ම කැප් එක ඩිස්චාජ් වන්නට ගන්නවා. ඒ කියන්නේ අපට මෙම ඩිස්චාජ් වීම වැලැක්විය නොහැකියි. එසේ වුවත්, එය ඩිස්චාජ්වන වේගය අඩු කර ගත හැකි නම් එයත් හොඳ විසඳුමක්.

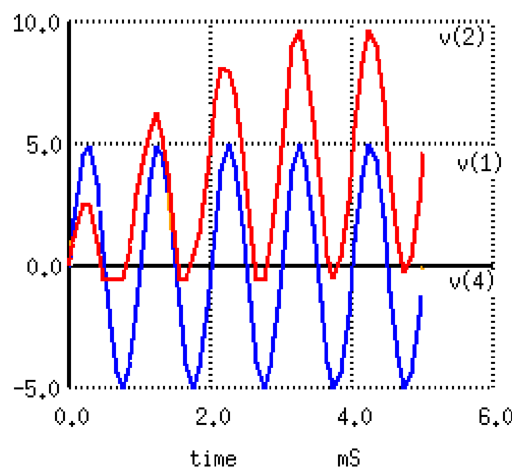
ඉතිං, ඒ සඳහා කරන්නට තිබෙන්නේ කැප් එකේ ධාරිතාව වැඩි කිරීමයි. ඊට අමතරව භාර ප්‍රතිරෝධ අගය විශාල කළ යුතුය. වෙනත් වචනවලින් කියතොත් කැප් එකේ කාල නියතය (RxC) හැකි පමණ වැඩි කර ගත යුතුය. අඩුම තරමේ මෙම කාල නියතය යොදන සංඥාවේ ආවර්ත කාලය මෙන් 10 ගුණයක්වත් වීම සුදුසුය. උදාහරණයක් ලෙස සංඥාවේ සංඛ්‍යාතය කිලෝහර්ට්ස් 100 යැයි සිතමු. එවිට, එහි ආවර්ත කාලය තත්පර 0.00001 හෙවත් මයික්‍රොතත්පර 10 කි. එනිසා කැප් එකේ කාල නියතය 10x10 හෙවත් මයික්‍රොතත්පර 100 ක්වත් විය යුතුය.

ඉහත පෙන්වා දුන්නේ ඩයෝඩය බයස් නොකර සෑදූ ක්ලැම්පර් වේ. මෙහිදී සංඥාවේ එක් අර්ධයකින් ගබඩා කර ගත් විභවය තමයි අනෙක් අර්ධය එසවීමට හෝ පහලට දැමීමට යොදා ගත්තේ. එක් සීමාවක් මෙහි ඇත. එනම්, සංඥාවේ එක් විස්තාරයක පවතින වෝල්ටියතාවකින් පමණි මට්ටම් වෙනස් කළ හැකි වන්නේ. උදාහරණයක් ලෙස, යම් සංඥාවක විස්තාරය වෝල්ට් 2 නම්, ඔබට එම සංඥාවේ මට්ටම වෙනස් කළ හැක්කේ වෝල්ට් 2 කින් විතරයි. ඊට වඩා වෙනස් වෙනස් වෝල්ටියතා මට්ටම්වලින් ඉහලට හෝ පහලට සංඥාව පත් කිරීමට අවශ්‍ය නම්, ඒ සඳහා ඩයෝඩය බයස් කිරීමට සිදු වේ.



ඉතිං ඩයෝඩය බයස් කළ හැකි ආකාර කිහිපයක්ම දැන් තිබෙනවා. ඉහත රූපයේ දක්වා ඇති ආකාරය ඉන් එකකි. මෙම පරිපථයේම යම් යම් කුඩා වෙනස්කම් සිදු කර, විවිධාකාරයේ බයස්ඩ් ක්ලැම්පර් සාදා ගත හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස, මෙහි බැටරියේ අග්‍ර මාරු කරද සම්බන්ධ කළ හැකියි. තවද, ඩයෝඩයේ අග්‍ර දෙකද මාරු කර සම්බන්ධ කළ හැකියි. මේ විදියට 4 ආකාරයකින් බයස් කරපු ක්ලැම්පර් සෑදිය හැකියි. අභ්‍යාසයක් ලෙස, ඒවා වෙන වෙනම ඇඳ බලන්න.

ක්ලැම්පර් පරිපථයකදී එකවර වෝල්ටියතාවේ මට්ටම වෙනස් වන්නේ නැත. තරංග අර්ධ කිහිපයකට පසුවයි (එනම් ඉතා සුලු කාලයකට පසුවයි) ඉන්පුට් සංඥාව සම්පූර්ණයෙන්ම අවසාන අපේක්ෂිත මට්ටමට ළඟා වෙන්නේ. ඒ කියන්නේ ආරම්භයේ සිට මෙම අවසාන අපේක්ෂිත මට්ටම එන තුරු සංඥාවේ මට්ටම ක්‍රමයෙන් තමයි ඉහළ යන්නේ. පහත රූපයේ නිල් පාටින් දැක්වෙන්නේ සාමාන්‍ය ඉන්පුට් සංඥාව වන අතර, රතු පාටින් දැක්වෙන්නේ ක්‍රමයෙන් මට්ටම වෙනස් වෙන අවුට්පුට් සංඥාවයි.



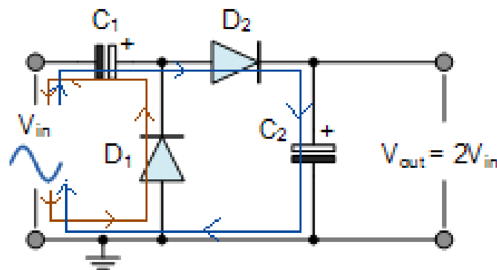
Voltage Multiplier

පරිපථයේ වෝල්ටියතාව සමහර අවස්ථාවලදී ප්‍රමාණවත් නොවේ. එවැනි අවස්ථාවලදී ඩයෝඩ ආශ්‍රයෙන් මෙම වෝල්ටියතාව කිහිප ගුණයකින් වැඩි කරගත හැකියි. මෙවැනි පරිපථ වෝල්ටියතා ගුණාකාර (voltage multiplier) ලෙස හඳුන්වනවා. මල්ටිප්ලයර් පරිපථයට ඉන්පුට් කරන්නේ ඒසී

විදුලියක් වන අතර, ඉන් අවුට්පුට් වන්නේ ඩීසී විදුලියකි! ඊට හේතුව මෙයයි. ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයකින් පිට කරන ඒසී විදුලිය දෙගුණයකින් (හෝ වෙනත් ඕනෑම ගුණයකින්) පළමුව වැඩි කෙරේ. මෙම ගුණ කිරීම සිදු වන විට ඉබේම සෘජුකරණයද සිදු වේ (අතුරුඵලයක් මෙන්). එනිසයි අපට ඩීසී වෝල්ටියතාවක් අවසානයේදී ලැබෙන්නේ. එනිසා මෙවැනි මල්ටිප්ලයර් පරිපථයක් යනු ක්ලැම්පර් හා රෙක්ටිෆයර් යන පරිපථ දෙකේ සංකලනයක් ලෙස හඳුනාගත හැකියි.

දෙගුණයක්, තුන්ගුණයක්, දසගුණයක් ආදී ඕනෑම ගුණයකින් මෙම ක්‍රමයෙන් වෝල්ටියතාව වැඩි කර ගත හැකියි. ඉන් සරලම අවස්ථාව වන්නේ තිබෙන වෝල්ටියතාව දෙගුණ කරන පරිපථයයි (**voltage doubler**). තුන්ගුණයක් කරන පරිපථය **voltage tripler** ලෙසද, හතරගුණයක් කරන පරිපථය **voltage quadrupler** ලෙසද නම් කෙරෙනවා. (මේ විදියට quintupler (5x), sextupler (6x), septupler (7x), octupler (8x) ආදී නම්ද ඇත.) මේ සෑම මල්ටිප්ලයර් පරිපථයක්ම විවිධ වින්‍යාසවලින් සාදා ගත හැකියි.

පළමුව වෝල්ටේජ් ඩබ්ලර් පරිපථ ගැන විමසමු. ඉන්පුට් විදුලියේ සෘණ අර්ධය සලකන්න. එහිදී D_1 ඩයෝඩය C_1 හරහා පෙර නැඹුරු වේ. D_1 පෙර නැඹුරු වීම නිසා, C_1 කැප් එක චාජ් වෙනවා සැපයුම් විභවයේ උපරිම අගය (V_P) දක්වා (මෙහිදී V_P යනුවෙන් සංකේතවත් කරන්නේ සැපයුම් විභවයේ උපරිම/කුලු/පීක් අගයයි). එවිට C_1 කැප් එකේ ඩයෝඩයට සම්බන්ධ අග්‍රය + වන පරිදි කැප් එක චාජ් වේ.



දැන් ඉන්පුට් විදුලියේ ධන අර්ධය සලකමු. මෙවිට C_1 හරහා D_2 පෙර නැඹුරු වේ. එහෙත් මෙහිදී දැනටමත් V_P දක්වා චාජ් වී තිබෙන C_1 කැප් එකේ වෝල්ටියතාවක් සැපයුම් වෝල්ටියතාවට (V_P) එකතු වේ. ඒ කියන්නේ බැටරි දෙකක් ශ්‍රේණිගතව සම්බන්ධ කර තිබෙන තත්වයක් ඇති වේ (C_1 කැප් එක එක් බැටරියක් ලෙසත්, සැපයුම් වෝල්ටියතාව අනෙක් බැටරිය ලෙසත් සැලකිය හැකියි). මේ අනුව, D_2 ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු වන්නේ $V_P+V_P=2V_P$ යන විභවයෙනි. දැන් මෙම $2V_P$ විභවය දක්වා C_2 චාජ් වේ (D_2 ඩයෝඩයේ කැතෝඩයට සම්බන්ධ අග්‍රයේ + විභවය පිහිටන සේ). මෙතැන් සිට භාරයට හැමවිටම දැනෙන්නේ C_2 කැප් එකේ දෙපස ඩ්‍රොප් වී තිබෙන $2V_P$ විභවයයි.

සැපයුම් විභවයේ සෘණ අර්ධය රතු පාටින් පෙන්වන මාර්ගය ඔස්සේද, එහි ධන අර්ධය නිල් පාටින් පෙන්වන මාර්ගය ඔස්සේද ගමන් කරනවා. ඒ කියන්නේ දැන් සැපයුම් විභවය (V_P) දෙගුණයක් වෙලා තමයි භාරයට දැනෙන්නේ. තවද, සැපයුම් විභවයේ අර්ධ දෙකෙන් එක් අර්ධයක් (නිල් පාටින් පෙන්වා ඇති මාර්ගය) පමණයි භාරය හරහා වෝල්ටියතාවක් ඩ්‍රොප් කරන්නේ. ඒ කියන්නේ මෙහිදී

අර්ධතරංග සෘජුකරණයයි වී තිබෙන්නේ (මල්ටිප්ලයර් පරිපථයක ඉබේම සෘජුකරණ පරිපථයක් තිබෙන බව ඔබ දැනටමත් දන්නවනේ). එනිසා මෙම ඩබ්ලර් පරිපථය **halfwave series voltage doubler** යන නමින් හැඳින්වෙනවා. විලාර්ඩ් යන පුද්ගලයාගේ නමින්ද ඉහත ආකාරයේ වෝල්ටේජ් මල්ටිප්ලයර් පරිපථ වින්‍යාසය **Villard multiplier** ලෙසත් හැඳින්වෙනවා.

ඇත්ත වශයෙන්ම මෙම පරිපථයේ අවුට්පුට් වන්නේ හරියටම $2V_P$ විභවයම නොවේ. ඩයෝඩ දෙකක බලපෑම එහි තිබෙනවා. එනිසා 2x0.7=1.4 වෝල්ට් ප්‍රමාණයක් ඉන් අඩු කළ යුතු වෙනවා. ඒ කියන්නේ අවුට්පුට් වන්නේ වෝල්ට් ($2V_P$ - 1.4) වේ.

තවද, මෙම පරිපථය එතරම් ගුණාත්මක බවක්ද නැත. සාමාන්‍යයෙන් අර්ධතරංග සෘජුකරණයට ලක් වූ විදුලියක තිබෙන ඉතා විශාල විචලනයන් ("තඩි වලවල්") මෙහිද තිබේ. වෝල්ටියතා තරංගයේ මුදුන (පීක් අගය) දෙගුණයක් වී තිබෙන නිසා, මෙම වලවල් සාමාන්‍ය අර්ධ තරංග සෘජුකරණයේදී ලැබෙනවාට වඩා දෙගුණයකින් විශාල වී ඇත. මෙය ඉතාම නරක තත්වයක්.

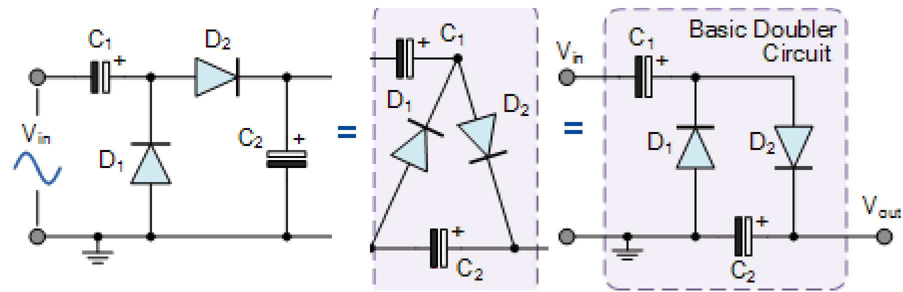
තවද, ඩබ්ලර් පරිපථයකින් (හා වෙනත් ඕනෑම මල්ටිප්ලයර් එකකින්) වැඩි කරන්නේ වෝල්ටියතාව මිස ජවය නොව. එනිසා P=VI සූත්‍රය අනුව, ඩබ්ලර් එකකින් ලැබෙන ධාරාව අඩුම ගාණේ දෙගුණයකින් අඩු විය යුතුයි. ඒ කියන්නේ ඩබ්ලර් පරිපථයෙන් ලැබෙන ධාරාව සාමාන්‍ය සැපයුමෙන් ලැබෙන ධාරාවෙන් අඩකට සමාන වේ. ඒ කියන්නේ වැඩි ධාරාවක් ගන්නා භාරයක් සම්බන්ධ කළ නොහැකියි. මීට පෙර ඩයෝඩ ක්ලැම්පිං ගැන කතා කළ කාරණාද මල්ටිප්ලයර් පරිපථ සඳහා වලංගු වේ. කැපෑසිටරය සීඝ්‍රයෙන් ඩිස්චාජ් වන ආකාරයට භාරයෙන් අධික ධාරාවක් නොගත යුතුය. කැප් එක සීඝ්‍රයෙන් බසින විට, ක්ලැම්පිං ක්‍රියාව හරිහැටි සිදු නොවේ. එවිට විභවය ඉහල දැමීමේ ක්‍රියාව අඩපණ වේ.

ඉහත කාරණා දෙක ගැටලුවක් නොවන අවස්ථාවලදී මෙම ඩබ්ලර් පරිපථය ඉතාම පහසුවෙන් හා අඩු මුදලකට සාදා ගත හැකියි.

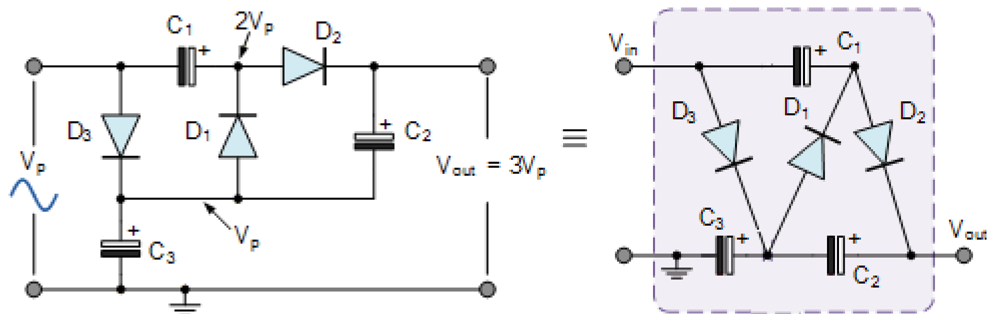
මෙහි තිබෙන ඩයෝඩවල PIV අගය සැපයුම් වෝල්ටියතාවේ V_P අගයට සමාන අගයක් වීම ප්‍රමාණවත්. මීට හේතුව ඉතාම සරලයි. පරිපථයේ අවසානයේ ලැබෙන්නේ විශාල විභවයක් වුවත්, හැමවිටම ඒ සෑම ඩයෝඩයක්ම පසු නැඹුරු වන්නේ තනි V_P අගයකට සමාන අගයකින්ය. උදාහරණයක් ලෙස, යම් ඩයෝඩයක ඇනෝඩයේ $3V_P$ වෝල්ටියතාව නම්, එහි කැතෝඩයේ $4V_P$ වෝල්ටියතාව පවතිනවා. එවිට එම ඩයෝඩය පසු නැඹුරු වන්නේ $3V_P - 4V_P = -V_P$ විභවයකින්. එහෙත් කෝකටත් එක්ක PIV අගය අඩුම ගාණේ V_P අගය මෙන් 1.5 ගුණයක් වීම සුදුසුය.

තවද, වමේ සිට දකුණට යන විට ක්‍රමයෙන් හමුවන කැපෑසිටර් සපෝට් කරන වෝල්ටියතාව V_P බැගින් වැඩි විය යුතුය. උදාහරණයක් ලෙස ඉහත ඩබ්ලර් එකේ පළමු කැප් එක V_P සපෝට් කළ යුතු අතර, දෙවැනි කැප් එක $2V_P$ සපෝට් කළ යුතුය.

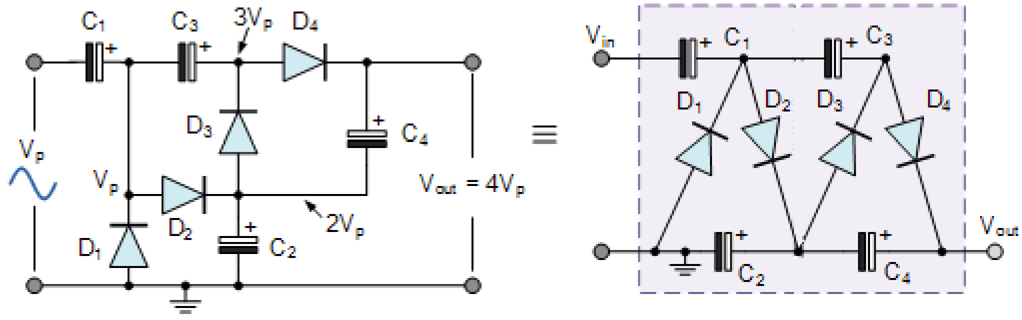
ඉහත පරිපථය පහත ආකාරයට තුන් ආකාරයකින්ම ඇඳිය හැකියි. බලන්න මේ තුනම විදුලිමය වශයෙන් සමානයි නේද? රූප තුනෙහි අවුට්පුට් අග්‍රයන් නිරීක්ෂණය කරන්න. පළමු නිරූපණයේදී භූගතය හා + අග්‍රය දෙකම ලස්සනට පෙනේ. දෙවැනි තුන්වැනි රූපවල අවුට්පුට් අග්‍රය පහළින් පෙන්වන අතර, භූගතය වෙනම දක්වා නැත. එහෙත් භූගත සලකුණ සහිත අග්‍රය භූගතය වේ.



ඉහත විස්තර කළ පරිදි පරිපථය විග්‍රහ කළ හැකි නම්, සුලු වෙනස්කම් සිදු කිරීමෙන් වෙනත් ගුණාකාර පරිපථද සෑදිය හැකියි. පහත දැක්වෙන්නේ එවැනි වෝල්ටේජ් ට්‍රිප්ලර් පරිපථයකි. සැපයුම් විදුලියේ ධන අර්ධය ගමු. එහිදී D_3 පෙර නැඹුරු වී C_3 කැපෑසිටරය සැපයුම් විභවය දක්වා චාජ් වේ. දැන් සැපයුම් විභවයේ ඍණ අර්ධය සලකන්න. එවිට D_1 පෙර නැඹුරු වේ. එහෙත් මෙහිදී එය පෙර නැඹුරු වන්නේ සැපයුම් විභවය මෙන් දෙගුණයක විභවයකිනි (සැපයුම් විභවය + ඊට ශ්‍රේණිගතව ඇති C_3 හි විභවය). මෙමඟින් C_1 කැප් එක සැපයුම් විභවය මෙන් දෙගුණයක විභවයක් දක්වා චාජ් වේ. ඉන්පසු නැවත ධන අර්ධය සලකමු. මෙවිට D_2 ඩයෝඩය සලකන්න. දැන් C_1 කැප් එකේ දෙගුණයක විභවය හා ධන අර්ධයේ විභවය යන දෙක එකතු වී සැපයුම් විභවය මෙන් තුන් ගුණයක විභවයක් සාදා ගනී. මෙන්න මෙම තුන්ගුණයක විභවය තමයි C_2 කැප් එකේ ගබඩා කර ගන්නේ. අවසානයේ සැපයුම් විභවය මෙන් තුන්ගුණයක් අවුට්පුට් වේ.

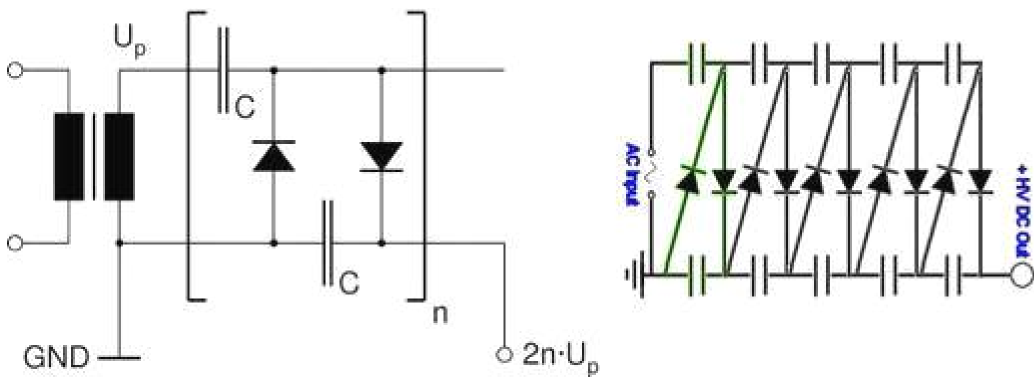


පහත දැක්වෙන්නේ කොඩෘප්ලර් පරිපථයකි. එය මෙසේ විග්‍රහ කළ හැකියි. ඩබ්ලර් පරිපථ කොටස් දෙකක් එකට සම්බන්ධ කර තිබෙනවා පේනවාද? එවිට, පළමු ඩබ්ලර් කොටසින් සැපයුම් විභවය දෙගුණයක් කර, දෙවැනි ඩබ්ලර් කොටසින්ද නැවත එවැනිම දෙගුණයක් එකතු වේ. එනිසා අවසානයේ හතර ගුණයක විභවයක් අවුට්පුට් වේ.



ඉහත පරිපථ රූප බැලූ විට යම් රටාවක් ඔබට පෙනෙනු ඇත. මේ ආදි ලෙස කැප්-ඩයෝඩ යුගලය බැගින් දිගටම එකතු කිරීමෙන් වෝල්ටියතාවන් දිගින් දිගටම වැඩි කර ගත හැකියි. මෙලෙස කොටස් (ශ්‍රේණිගතව) එකතු කිරීම **cascade** කරනවා යනුවෙන් පවසනවා. වමේ සිට සෑම කැපෑසිටරයක්ම එක් සැපයුම් විභවයක් පරිපථයට එකතු කරයි. මෙය හරියට ඉනිමඟක් වැනිය (කැප්-ඩයෝඩ් කොටස් ඉනිමඟේ එක් එක් ඉනි වැනිය). එනිසාම මෙවැනි ස්වරූපයකින් එකම විදියට කොටස් කැස්කේඩ් කරමින් යන පරිපථයක් **ladder network/circuit** එකක් ලෙසද හැඳින්විය හැකියි (ලැඩර් යනු ඉනිමඟට ඉංග්‍රිසියෙන් කියන වචනයයි).

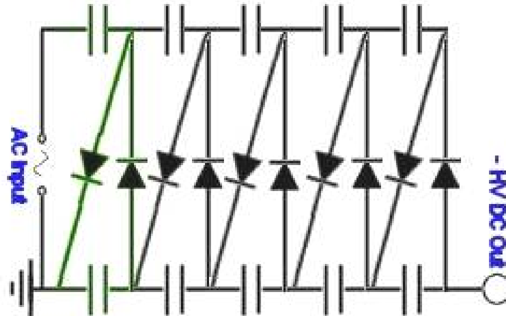
පහත දැක්වෙන්නේ මෙම පොදු රටාව පැහැදිලිව පෙන්වන පරිපථයයි (ආකාර දෙකකින් එය දැක්වේ). පළමු ආකාරයෙන් පෙන්වන්නේ කැප්-ඩයෝඩ ඉරට්ටේ සංඛ්‍යාවලින් යොදන විට, සෑම කොටසකින්ම (රූපයේ කොටු වරහන තුළ ඇඳ තිබෙන කොටසක්) සැපයුම් විභවය මෙන් දෙගුණයක අගයක් පරිපථයට එකතු කරන ආකාරයයි. දෙවැනි රූපයේ දැක්වෙන්නේ සෑම ඩයෝඩ-කැප් කොටසකින් පරිපථයට සැපයුම් විභවය බැගින් එකතු වන ආකාරයයි. මෙලෙස ඕනෑම ප්‍රමාණයකින් වෝල්ටියතාව වැඩි කිරීමට කැස්කේඩ් කරපු පහත ආකාරයේ (අර්ධ තරංග) මල්ටිප්ලයර් පරිපථ **Cockcroft-Walton multiplier** හෝ **Cockcroft-Walton generator** හෝ එයම කෙටියෙන් **CW multiplier/generator** ලෙසද හැඳින්වෙනවා (මෙම පරිපථය මුලින්ම සෑදූ පුද්ගලයන් දෙදෙනාගේ නම්වලින්).



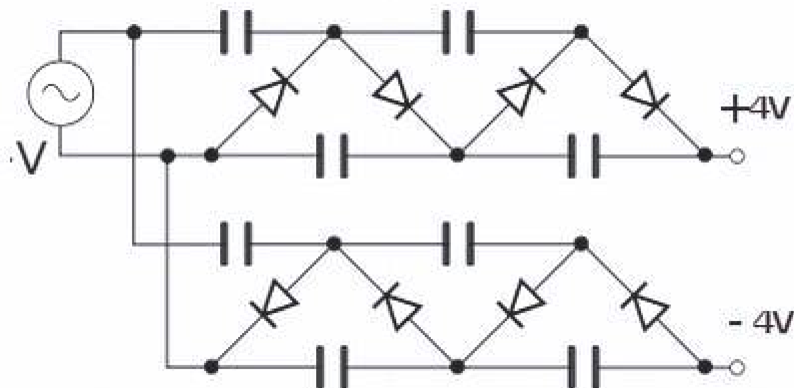
මෙලෙස සාදා ගන්නා වෝල්ටියතාවන් අර්ධතරංග ඍජුකරණය සිදු වන නිසා, වෝල්ටියතාව වැඩි වන ගුණය/ප්‍රමාණය ඉහල යන්නට යන්නට අපට ලැබෙන වෝල්ටියතාවේ "වලවල්වල

බරපතලකමද" වැඩි වේ (ඒ කියන්නේ අවුට්පුට් වන විදුලියේ කොලිටිය අඩුය). තවද, වෝල්ටියතාවත් වැඩි වන විට ධාරාවද ඒ අනුව අඩු වේ.

තවද, ඉහත මල්ටිප්ලයර් පරිපථ සියල්ලම නැවත බලන්න (ඒවායේ ඩයෝඩ යොදා තිබෙන දිශාව දෙස). පළමු ඩයෝඩයේ යට අග්‍රයේ සිට ක්‍රමයෙන් ඉදිරියට ඊ හිස් පිහිටා තිබෙනවා නේද? එනිසා මේ සියලු පරිපථවලින් අපට ලැබී තිබෙන්නේ ධන විදුලියකි (0 සිට +V දක්වා). මෙම වින්‍යාසය **positive voltage multiplier** ලෙස හඳුන්වනවා. පහත රූපයේ ආකාරයට එම ඩයෝඩ ඊ හිස් ආපසු දිශාවට පිහිටන සේ සකස් කළ විට ලැබෙන්නේ **negative voltage multiplier** එකකි.

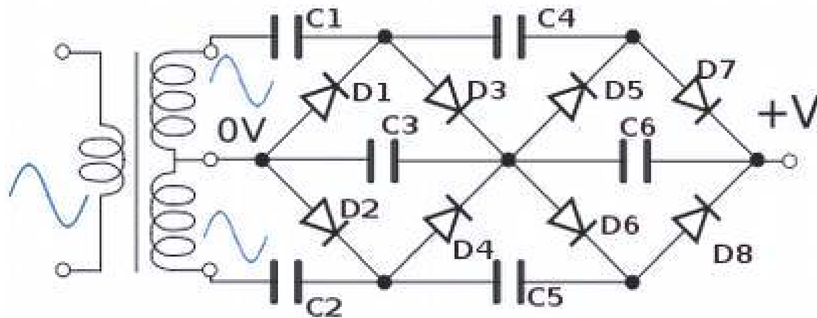


ඉහත පෙන්වා දුන්නේ ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයකින් (ඒසී විදුලි සැපයුමකින්) ධන හෝ සෘණ මල්ටිපල්යර් පරිපථයක් සාදා ගන්නා ක්‍රමයයි (අර්ධතරංග ආකාරයට). අවශ්‍ය නම්, ධන හා සෘණ වෝල්ටියතාවන් දෙකම එකවර ලැබෙන පරිදි මල්ටිප්ලයර් පරිපථයක් සාදා ගත හැකියි පහසුවෙන්ම. කරන්නට තිබෙන්නේ ඉහතදී පෙන්වා දුන් රූප දෙකෙහි ඇති පරිපථ කොටස් දෙක එකට සම්බන්ධ කිරීමයි (පහත රූපයේ ලෙසට). ඒ අනුව පහත දැක්වෙන්නේ කොඩෘප්ලර් පරිපථ දෙකකි (ඉන් එකක් පොසිටිව් වන අතර අනෙක නෙගටිව් වේ). ඒ අනුව මෙහි සෘණ අග්‍රයට සාපේක්ෂව ධන අග්‍රයේ සැපයුම් විභවය මෙන් අටගුණයක විභවයක් පවතිනවා. ඒ කියන්නේ පහත පරිපථය ඇත්තටම octopler පරිපථයකි (අෂ්ටගුණාකාරකයක්).



ඉහත පරිපථයේ සැපයුම් විදුලියේ ධන අර්ධයේදී ක්‍රියාත්මක වන ලෙස පොසිටිව් මල්ටිප්ලයර් කොටසකුත්, ඍණ අර්ධයේදී ක්‍රියාත්මක වන ලෙස නෙගටිව් මල්ටිප්ලයර් කොටසකුත් යන දෙකම එකට සවි කර තිබේ. මෙම කොටස් දෙක එකිනෙකට ස්වාධීනය. එනිසා, එක් කොටසක් ඩබ්ලර් පරිපථයක් ලෙසත්, අනෙක් කොටස ට්‍රිප්ලර් පරිපථයක් ලෙසත් අවශ්‍ය නම් සැකසිය හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස ධන කොටස ට්‍රිප්ලර් එකක් ලෙසද, ඍණ කොටස ඩබ්ලර් එකක් ලෙසද සැකසුවේ නම්, අවසානයේ අපට ලැබෙන්නේ මෙම දෙකෙහි එකතුව වන quintupler පරිපථයකි (පංචගුණාකාරකයක්).

අර්ධතරංග මල්ටිප්ලයර් එකේදී ලැබෙන ඩීසි විදුලියේ "වලවල්" බොහෝ වැඩිය (එනම් රිප්ල් එක වැඩිය). මෙය අඩු කරගත හැකියි සුපුරුදු ලෙසම පූර්ණ තරංග වෝල්ටියතා බහුකාරක (**full-wave voltage multiplier**) වින්‍යාසයට පරිපථය සැකසීමෙන්. පහත දැක්වෙන්නේ සෙන්ටර්-ටැප් ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයක් යොදාගෙන සාදා ගන්නා එවැනි ෆුල්වේව් මල්ටිප්ලයර් එකකි. (මෙහි + අග්‍රය පැහැදිලිව පෙනෙන නමුත් ග්‍රවුන්ඩ් එක එකවර නොපෙනේ; මෙම පරිපථයේ ග්‍රවුන්ඩ් අග්‍රය තමයි 0V ලෙස දක්වා තිබෙන්නේ.)



බලන්න ඉහත පරිපථය හොඳින්. එහිද කර තිබෙන්නේ ඔබ මුලදී උගත් අර්ධතරංග මල්ටිප්ලයර් කොටස් දෙකක් එකිනෙකට සමපාත කිරීමයි. එහෙත් මෙහිදී එකම ජාතියේ කොටස් දෙකක් තමයි සමපාත කර තිබෙන්නේ. උදාහරණයක් ලෙස ඉහත පරිපථයේ එකිනෙකට සමපාත කිර තිබෙන්නේ පොසිටිව් හාෆ්වේව් මල්ටිප්ලයර කොටස් දෙකකි. එනිසා අවුට්පුට් වන්නේද ධන වෝල්ටියතාවකි (ඉහත රූපයේ දැක්වෙන්නේ ධාරිත්‍රක-ඩයෝඩ කොටස් 4 කින් යුත් පරිපථයක් නිසා, එය කොඩෲප්ලර් එකකි). පරිපථයෙන් ඍණ විදුලියක් ලබා ගැනීමට නෙගටිව් හාෆ්වේව් මල්ටිප්ලයර් කොටස් දෙකක් එකට සමපාත කරන්න.

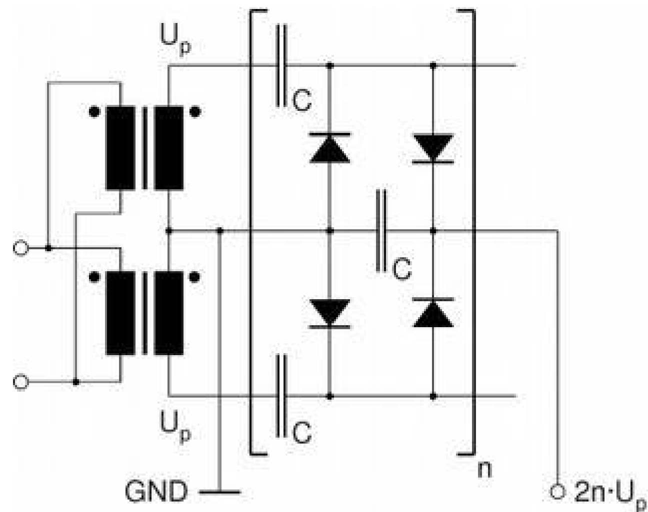
ඉහත පරිපථය විග්‍රහ කරමු. ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයේ ප්‍රාථමිකයට ලැබෙන සයිනාකාර තරංගය නිසා සෙන්ටර්ටැප්ඩ් ද්විතියික කොයිල කොටස් දෙකේ පෙන්වා ඇති පරිදි සයිනාකාර තරංග දෙකක් හටගනී. එම තරංග දෙකේම ධන අර්ධය සලකමු. එවිට, උඩ කොටසට අයත් D1 ඩයෝඩය පසු නැඹුරු වී C1 චාජ් නොවේ. එහෙත් එම මොහොතේම යට කොටසේ D2 පෙර නැඹුරු වී C2 කැපැසිටරය සැපයුම් වෝල්ටියතාව දක්වා චාජ් වේ. දැන් ඍණ අර්ධය පැමිණේ. එහිදී D1 පෙර නැඹුරු වී C1 සැපයුම් විභවය දක්වා චාජ් වේ. එහෙත් මෙවිට යට කොටසේ D2 පසු නැඹුරේ හා D4 පෙර නැඹුරුවේ පවතී. එනිසා දැනටමත් C2 හි ඇති විභවය හා සැපයුම් විභවය එකතු වී D4 හරහා C3 කැප් එක

දෙගුණයක විභවයක් දක්වා චාජ් කරනවා. සම්පූර්ණ ක්‍රියාවලිය පුරාම C3 කැප් එකේ එක් අග්‍රයක පවතින විභවය 0 වේ (එය භූගත අග්‍රයට නිරන්තරයෙන්ම සම්බන්ධව පවතින නිසා).

ඉන්පසු නැවත විදුලියේ ධන අර්ධය පැමිණේ. මෙවිට උඩ කොටසේ D3 පෙර නැඹුරු වේ. C1 හි දැනටමත් පවතින විභවය හා සැපයුම් විභවය එක්වයි D3 පෙර නැඹුරු කරන්නේ. එම දෙගුණයක වෝල්ටියතාවෙන් නැවත C3 දෙගුණයක වෝල්ටියතාවක් දක්වා චාජ් කරයි. මේ අතරම යට කොටසේ D6 පෙර නැඹුරු වේ. එය පෙර නැඹුරු වන්නේ C3 හි පවතින දෙගුණයක වෝල්ටියතාව හා සැපයුම් වෝල්ටියතාව යන දෙකෙහිම එකතුවෙන්. එනම්, සැපයුම් විභවය මෙන් තුන්ගුණයක විභවයක් C5 හි චාජ් වේ. උඩ කොටසින් C3 චාජ් වන අතරම යට කොටසින් C3 ඩිස්චාජ් වේ.

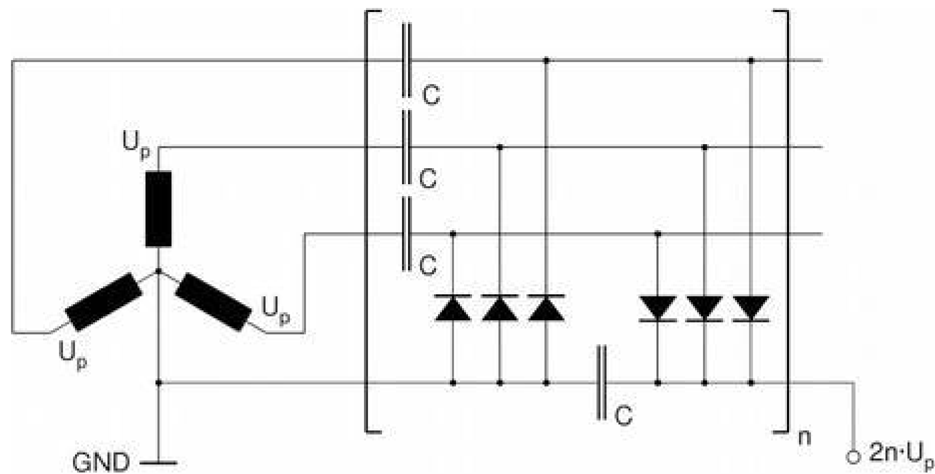
මේ ආකාරයට විග්‍රහ කරගෙන ගියොත් අවසානයේදී C6 ධාරිත්‍රකයේ හැමවිටම සැපයුම් වෝල්ටියතාව මෙන් සිව්ගුණයක වෝල්ටියතාවක් පිහිටනු ඇත. එබැවින් මෙය කොඩෘප්ලර් පරිපථයකි. එහෙත් අර්ධතරංග ක්‍රමය මෙන් නොව, මෙම ක්‍රමයේදී ධාරිත්‍රකය එක් තරංගයකදී දෙවතාවක් චාජ් වන නිසා (තරංගයේ ධන හා ඍණ අර්ධ දෙකෙන්ම), අවුට්පුට් විභවයේ රිප්ල් එක (වලවල්) අඩුය (එනම් අවුට්පුට් විභවය සුමටයි). මෙහි ඇති ප්‍රබලම වාසිය එයයි.

සෙන්ටර්ටැප් ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයක් නොමැතිව, එක වගේ ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් දෙකක් පහත රූපයේ ආකාරයට යොදාගෙනද ඉහත පරිපථයට හැම අතින්ම සමාන පරිපථයක් සෑදිය හැකියි. බලන්න ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් දෙකක් එහි ඇති අතර, ඒ දෙක සම්බන්ධ කර තිබෙන විදියෙන් එය සෙන්ටර්ටැප් ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයක් විදියටයි වැඩ කරන්නේ. පරිපථ විග්‍රහය ඉහත රූපයේ පරිදිම වේ. පහත රූපය ඇත්තටම ඉරට්ටේ ප්‍රමාණයකින් විභවය වැඩි කරන ලෙසටයි සකස් කර තිබෙන්නේ.



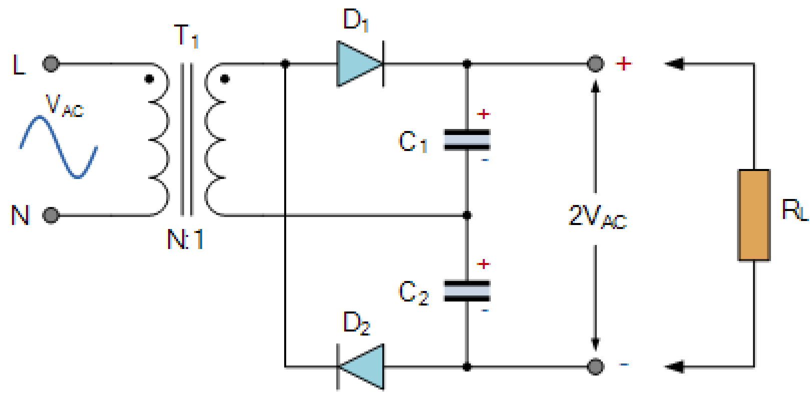
ඇත්තටම ඉහත දැක්වූ ෆුල්වේව් මල්ටිප්ලයර් ආකාර දෙකම (සෙන්ටර්ටැප් ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් ක්‍රමය හා ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් දෙකේ ක්‍රමය) දෙකලා (two phase) විදුලි ක්‍රමයක් ලෙසත් අර්ථ දැක්විය හැකියි. ඊට හේතුව එකිනෙකට අංශක 180 කින් වෙනස් විභවයන් දෙකක් යොදාගෙනයි මෙම පරිපථ ක්‍රියාත්මක වන්නේ. මෙයම **push-pull වින්‍යාසයක්** ලෙසත් හැඳින්විය හැකියි (පුෂ්-පුල් යනු එකිනෙකට අංශක 180 කින් වෙනස් කලා වෙනසකින් යම් උපාංගයක් ක්‍රියාත්මක වන විට යොදන වචනයකි).

තනිකලා විදුලිය හා දෙකලා විදුලියෙන් වෝල්ටේජ් මල්ටිප්ලයර් පරිපථ සාදා ගන්නා අයුරු ඔබ දැක්කා. තෙකලා විදුලියෙන්ද මෙවැනි පරිපථ සාදා ගත හැකියි. මෙම (පහත රූපයේ දැක්වෙන) පරිපථයත් ඔබ ඉහතදී උගත් පරිපථ දැනුම ඔස්සේ පැහැදිලි කර ගත හැකියි. එක් එක් ෆේස් එකට තනි තනි කැප් තිබේ. එවිට, ඒ ඒ ෆේස් එකේ පසු නැඹුරු අවස්ථාවලදී එම තනි තනි කැප් සියල්ල විසින් ඒ ඒ ෆේස් එකේ වෝල්ටියතාවට සමාන වෝල්ටියතාවක් අදාල කැප්වල පවත්වාගනී. දැන් එම තනි තනි ෆේස්වල පෙර නැඹුරු අවස්ථාවලදී, එම කැප්වල පවතින වෝල්ටියතාවන් සියල්ලම දෙගුණය බැගින් තනි පොදු (පහලින් ඇති) කැප් එක ආරෝපණය කරයි. මෙය තෙකලා වෝල්ටේජ් ඩබ්ලර් පරිපථයකි.

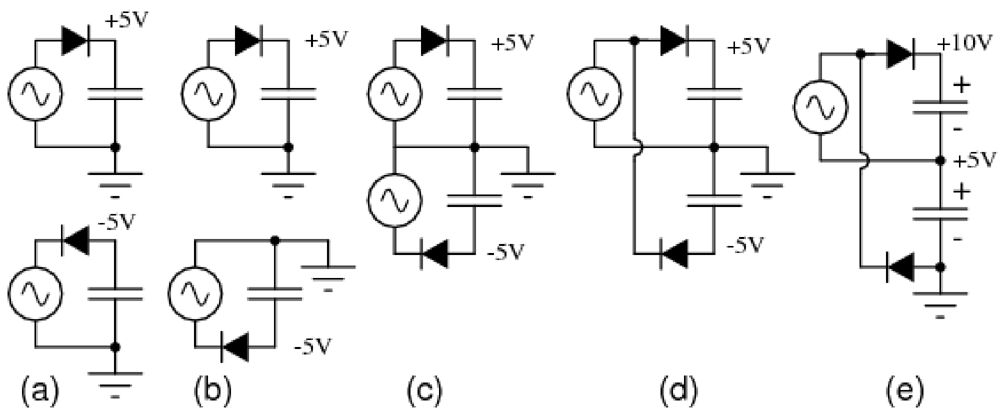


එක් කාලාවර්තයකදී අවස්ථා තුනකදී කැප් එක චාජ් වන නිසා, දෙකලා අවස්ථාවටත් වඩා අවුට්පුට් තරංගයේ රැළි ඉතාම අඩු වේ තෙකලා මල්ටිප්ලයර් පරිපථයක. විශාල කොටු වරහන තුල දක්වා ඇති කොටස් තව තවත් එකතු කර ඉරට්ටේ ගණනකින් වෝල්ටියතාව වැඩි කර ගත හැකියි.

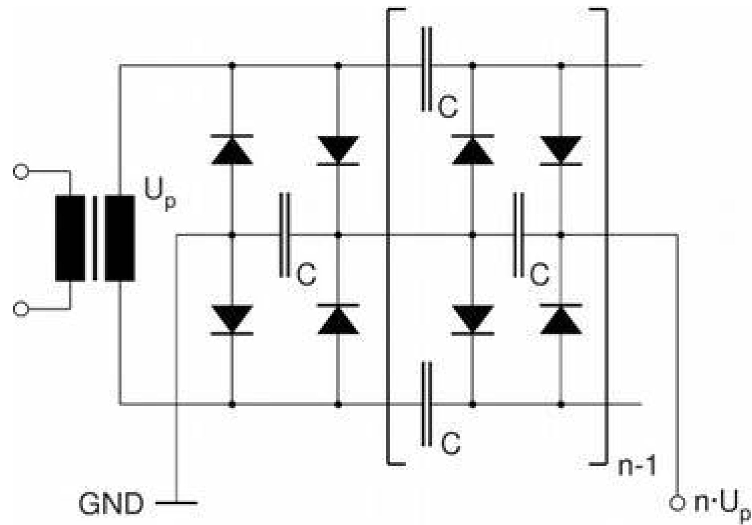
සෙන්ටර්ටැප් ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයක් නැතිව සාමාන්‍ය ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයකින් (අග්‍ර 2 කින් යුතු ට්‍රාන්ස්ෆෝමරය) පහත ආකාරයේ මල්ටිප්ලයරයක් සාදා ගත හැකියි. මෙය ක්‍රියාත්මකවන ආකාරය පහසුවෙන් විග්‍රහ කර ගත හැකියි. සැපයුම් විභවයේ ධන අග්‍රය පළමුව සලකමු. එහිදී D_1 ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු වී C_1 සැපයුම් විභවය දක්වා චාජ් කරයි (ඇත්තටම එය චාජ් වෙන්නේ සැපයුම් විභවයෙන් වෝල්ට් 0.7 ක් අඩුවෙනි). සෘණ අර්ධයේදී D_2 පෙර නැඹුරු වී C_2 ද සැපයුම් විභවය දක්වා චාජ් වේ. මෙම කැප් දෙකම චාජ් වන විට රූපයේ පෙන්වා ඇති ලෙසට වෝල්ටියතා ධ්‍රැව (ධන සෘණ) පිහිටයි. දැන් කැප් දෙක ශ්‍රේණිගතව සම්බන්ධ කර ඇති බැටරි දෙකක් බඳුය. සැපයුම් වෝල්ටියතා 2 ක් ඉන් ලැබේ. සැපයුම් විභවයේ ධන හා සෘණ අර්ධ දෙකම භාවිතයට ගත් නිසා මෙය පූර්ණ තරංග බහුකාරකයකි.



ඉහත පරිපථය සාදා ගන්නා ආකාරය පියවරින් පියවර පහත රූපයේ දැක්වේ. a මගින් දක්වන්නේ සාමාන්‍ය ඩයෝඩ-කැප් යුගලයකින් සැපයුම් විභවයට සිදු වන දේය. ඩයෝඩයේ දිශාව වෙනස් කිරීමෙන් ධන හා ඍණ විභවයන් ලබා ගන්නා ආකාරය පැහැදිලිව පෙනේ. b වලින් දැක්වෙන්නේද a වලින් දැක්වූ දෙයමයි. එහෙත් පැහැදිලිව දර්ශනය වීම සඳහා ඍණ පරිපථ කොටස උඩ යට මාරු කර ඇඳ ඇත. මෙලෙස ඇන්ද විට පෙනෙනවා ධන හා ඍණ කොටස් දෙකේ ග්‍රවුන්ඩ් දෙක එකට සම්බන්ධ කළ හැකි බව (c රූපය). c රූපයේ වෝල්ටියතා ප්‍රභවයන් දෙකක් තිබේ. එය d රූපයේ දක්වා තිබෙන පරිදි තනි වෝල්ටියතා සැපයුමක් බවට පත් කළ හැකියි. මෙතෙක් විස්තර කළ අවස්ථා සියල්ලේම අවුට්පුට් වෝල්ටියතාවන් +5V හා -5V වන අතර ඒවා නොවෙනස්ව පවතින ආකාරය පෙනේද? ඒ අනුව, d රූපයේ මැදින් ග්‍රවුන්ඩ් එක ගත් විට, ග්‍රවුන්ඩ් එකේ සිට උඩ අග්‍රයෙන් ධන 5 ක්ද, යට අග්‍රයෙන් ඍණ 5 ක්ද ලැබෙන බව පෙනේ. ඒ කියන්නේ යටම අග්‍රයේ සිට උඩම අග්‍රයට වෝල්ට් 10 ක් පවතිනවා. එනම් සැපයුම් විභවය මෙන් දෙගුණයක විභවයක් ලැබී තිබෙනවා. මෙය ඒ අනුව ඩබ්ලර් පරිපථයකි (පූර්ණ තරංග). e රූපයෙන් කර තිබෙන්නේ පහතම අග්‍රය ග්‍රවුන්ඩ් එක ලෙස සැලකීමයි. ඒ අනුව ඉබේම මැද අග්‍රය +5V බවටද, උඩම අග්‍රය 10V බවටද පත් වේ.



ඉහත පරිපථය ඩබ්ලර් එකකි. මෙයම ට්‍රිප්ලර් ආදී ලෙස ඉහල වෝටියතාවන් ලබා ගැනීමට සැකසිය හැකියි. ඕනෑම ගුණාකාරයක් සාදා ගත හැකි ලෙස පොදුවේ රටාව පෙනෙන පරිදි රූපයක් පහත ඇත. සුපුරුදු ලෙසම ඉරට්ටේ ගණනකින් වෝල්ටියතාව වැඩි කර ගන්නා ආකාරය මෙම පොදු පරිපථයෙන් දැක්වේ.



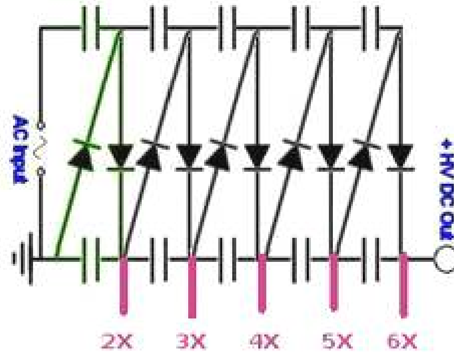


ඉහත රූපවල පරිපථ සරල ලෙස පෙනුනත් ප්‍රායෝගිකව ඒවා සාදන විට බොහෝ පරිස්සම් විය යුතුය. අධිවෝල්ටියතා සමග වැඩ කිරීම භයානකය. විශේෂයෙන් කොරෝනා ඩිස්චාජ් වීම හා ඒ නිසාම විෂ සහිත ඕසෝන් වායුව නිපදවීම විශාල ප්‍රශ්නයකි. තවද, විදුලි පුළිඟු පහසුවෙන්ම ඇති වී ගිනි ගැනීම් හා පිලිස්සීම් ඇති විය හැකියි. එනිසා අති විශාල වෝල්ටියතා ඉහත ක්‍රමවලින් නිපදවන විට, අධිවෝල්ටියතා සමග විශේෂයෙන් පිළිපැදිය යුතු කරුණුවලට ප්‍රමුඛස්ථානයක් ලබා දිය යුතුය.

පහත දැක්වෙන්නේ ඉහත ක්‍රමවලින් අධිවෝල්ටියතා සාදා ඇති ප්‍රායෝගික අවස්ථාකි. බලන්න කොතරම් විශාලව මෙම පරිපථය සාදා තිබෙනවාද කියා (මෙවැනි විශාල ඉඩකඩ ගන්නේ අධිවෝල්ටියතා නිපදවන විට පමණි; වෝල්ට් 1000 ට අඩුවෙන් නිපදවන විට, සාමාන්‍ය පරිපථ ප්‍රමාණයට සෑදිය හැකියි).



ඉහත සෑම මල්ටිප්ලයර් එකකින් අවසානයට ලැබෙන ගුණාකාර වූ සැපයුම් වෝල්ටියතාවට අමතරව, එම පරිපථවල අතරමැදි අවස්ථාවලින්ද පිටතට විදුලිය ලබා ගත හැකියි (tap කළ හැකියි). ඒ කියන්නේ සැපයුම් වෝල්ටියතාවේ සිට විවිධ ගුණාකාර කිහිපයක්ම එකම පරිපථයෙන් පහසුවෙන් ලබා ගත හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස පහත රූපය බලන්න.



ඉතා කුඩා ධාරාවක් අවශ්‍ය අවස්ථාවලට ඉහත සෑම මල්ටිප්ලයර් පරිපථයක්ම උචිතයි. භාරය විසින් පරිභෝජනය කරන ධාරා ප්‍රමාණය වැඩි නම්, අවුට්පුට් විභවයේ රිප්ල් එක තවත් වැඩි වේ. තවද, ඉන්පුට් වෝල්ටියතාවේ සංඛ්‍යාතය වැඩි වන විට, මෙවැනි පරිපථවලින් පිටකරන විභවයේ කොලිටිය වැඩි වේ.

Diode Gate

මෙය දෙයාකාරයකින් ප්‍රායෝගිකව පවතී. එකක් නම්, විදුලි සංඥා සමග භාවිතා වෙන ආකාරයයි. දෙවැන්න විදුලි බල සැපයුම් සමග භාවිතා වෙන ආකාරයයි.

පළමුව සංඥා සමග යෙදෙන ආකාරය බලමු. මෙය ඇත්තටම ඩිජිටල් ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස්වල ගේට් ලෙස හැඳින්වෙන පරිපථයි. මූලිකව OR gate හා AND gate යන ගේට් දෙක මින් සාදා ගත හැකියි.

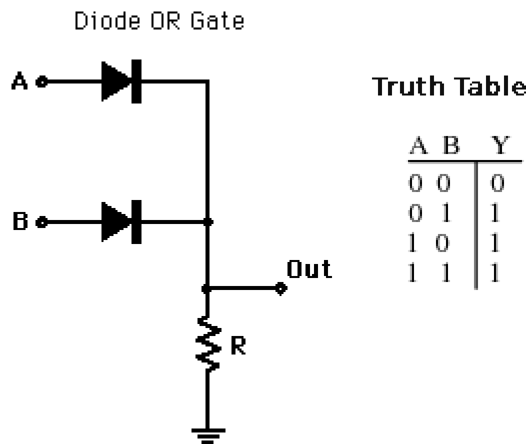
සාමාන්‍යයෙන් ගේට් එකක ඉන්පුට් අග්‍ර දෙකක් හෝ වැඩි ගණනක්ද එක් අවුට්පුට් අග්‍රයක්ද ඇත. මේවා ඩිජිටල් සිග්නල් සමගයි වැඩ කරන්නේ (ඒ කියන්නේ 1 හා 0 යන සංකේත සමග). ගේටයකින් සිදු වන්නේ ඉන්පුට් අග්‍ර දෙකකට හෝ වැඩි ගණනකට වෝල්ට් 5 ක් (හෝ එවැනි යම් නිශ්චිත වෝල්ටියතාවක්) ලබා දුන් විට, යම් "නීතියකට" අනුව එහි අවුට්පුට් අග්‍රයෙන් වෝල්ට් 0 හෝ 5 පිට වීමයි. උදාහරණයක් ලෙස, “ඉන්පුට් අග්‍රවලින් ඕනෑම එකක ඩිජිටල් 1 සංඥාව පවතී නම්, අවුට්පුට් අග්‍රයෙන් ඩිජිටල් 1 සංඥාව නිකුත් කළ යුතුයි" යන නීතිය සලකන්න. මෙම නීතියට අනුව ක්‍රියා කරන ගේටය ඕර් ගේටය ලෙස හැඳින්වේ. එලෙසම "ඉන්පුට් අග්‍ර සියල්ලෙහිම ඩිජිටල් 1 සංඥාව පවතී නම් පමණක්, අවුට්පුට් අග්‍රයෙන් ඩිජිටල් 1 සංඥාව පිට කළ යුතුය" යන නීතියට අනුගතව ක්‍රියා කරන ගේටය ඇන්ඩ් ගේටය ලෙස හඳුන්වනවා. (ඩිජිටල් ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් ගැන පසුවට සවිස්තරාත්මකව ඉගැන්වේ.)

ඒ අනුව පහත රූපයේ දැක්වෙන්නේ ඕර් ගේටයකි. මෙහි ඉන්පුට් අග්‍ර දෙකක් ඇත (A, B). තවත් ඩයෝඩ දැනට ඩයෝඩ සම්බන්ධ කර තිබෙන විදියට සම්බන්ධ කර ඉන්පුට් අග්‍ර ගණන තමන්ට

කැමති ප්‍රමාණයක් දක්වා වැඩි කර ගත හැකියි.

ගේට පරිපථයේ දකුණු පස කුඩා වගුවක් තිබෙනවා. සාමාන්‍යයෙන් ගේටයක ක්‍රියාකාරිත්වය (එනම් ගේටය අනුගමනය කරන නීතිය) ඉතා කෙටියෙන් නමුත් සම්පූර්ණ ක්‍රියාකාරිත්වයමය පෙන්වන මෙම වගු **සත්‍යතා වගු (truth table)** ලෙස හැඳින්වෙනවා. අග්‍ර කිහිපයක් පවතින නිසා එම අග්‍රවල ඩිජිටල් සංඥා තිබිය හැකි සියලුම ආකාරද (combinations) ඒ එක් එක් ආකාරවලදී අවුට්පුට් අග්‍රයේ තිබිය යුතු ඩිජිටල් සංඥාවත් මෙම වගුවේ දක්වනවා.

මෙම උදාහරණයේ තිබෙන්නේ අග්‍ර දෙකක් පමණි. එනිසා එම අග්‍රවල ඩිජිටල් සංඥා තිබිය හැකි ආකාර (combinations) වන්නේ 00 (අග්‍ර දෙකෙහිම 0 සංඥා), 01 (A අගයේ 0 හා B අග්‍රයේ 1), 10 (A අග්‍රයේ 1 හා B අග්‍රයේ 0), 11 (අග්‍ර දෙකෙහිම 1) වේ. මේ එක් එක් ආකාරවලදී අවුට්පුට් අග්‍රයෙන් පිටවන ඩිජිටල් සංඥාවද දක්වා තිබෙනවා. අග්‍ර දෙකම 0 වන විට අවුට්පුට් අග්‍රය 0 වන අතර, අනෙක් සෑම ආකාරයකදීම අවුට්පුට් අග්‍රය 1 වේ. මෙය තමයි ඉහතදී ඕර් ගේටයේ නීතිය ලෙස පැවසුවේ ("ඉන්පුට් අග්‍රවලින් ඕනෑම එකක ඩිජිටල් 1 සංඥාව පවතී නම්, අවුට්පුට් අග්‍රයෙන් ඩිජිටල් 1 සංඥාව නිකුත් කළ යුතුයි"). බලන්න සත්‍යතා වගුව හා ගේට් එකේ "නීතිය" එකිනෙකට ගැලපෙනවා නේද?



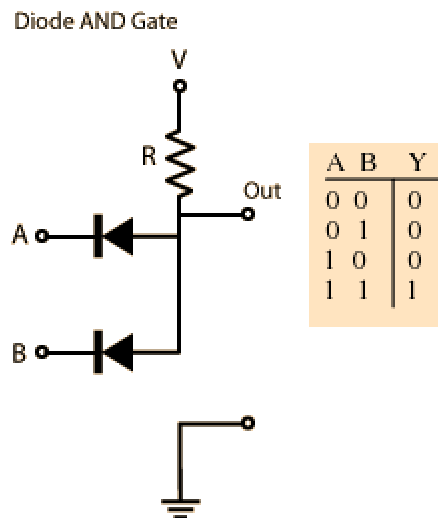
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

ඉහත පරිපථයේ ක්‍රියාකාරිත්වය තමයි එම සත්‍යතා වගුවේ තිබෙන්නේ. එය විමසා බලමු. සිතන්න අග්‍ර දෙකටම කිසිදු වෝල්ටියතාවක් ලබා දී නැහැ කියා; එනම් අග්‍ර දෙකෙහිම ඩිජිටල් 0 ඇත. ඩිජිටල් ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස්වලදී මෙය වෝල්ට් 0 ලබා දෙනවා ලෙසද පැවසිය හැකියි. එවිට ඩයෝඩ දෙකම පසුනැඹුරු වේ. ඒ කියන්නේ ඩයෝඩ දෙක හරහා භූගතය දක්වා කිසිදු විදුලියක් ගමන් කරන්නේ නැහැ. out ස්ථානයේ වෝල්ටියතාව ඒ අනුව 0 වේ. මෙය ඩිජිටල් භාෂාවෙන් කියන්නේ "අග්‍ර දෙකෙහි 0 විට, අවුට්පුට් එකද 0 වේ" යනුවෙනි. දැන් A අග්‍රයට වෝල්ට් 5 ද අනෙක් අග්‍රයට වෝල්ට් 0 ද ලබා දෙනවා යැයි සිතමු. එවිට, A ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු වී පරිපථයේ R හරහා ධාරාවක් ගලනවා. එවිට R දෙපස 5 – 0.7 = 4.3 වෝල්ට් අගයක් ඩ්‍රොප් වේ. ඒ කියන්නේ out ස්ථානයේ වෝල්ටියතාව 4.3 වේ (දළ වශයෙන් එය වෝල්ට් 5 ලෙසම සලකනවා). ඩිජිටල් භාෂාවෙන් එය පවසන්නේ "A ඉන්පුට් එකේ 1 ද B ඉන්පුට් එකේ 0 ද තිබෙන විට, අවුට්පුට් එක 1 වේ" යනුවෙනි.

මෙලෙසම දැන් අග්‍රවලට වෝල්ටියතා වෙනස් කළ හැකි සියලුම ආකාරවලින් සිදු කර බලන්න. එවිට ලැබෙන්නේ දක්වා ඇති සත්‍යතා වගුවයි. ඇත්තටම ඕර් ගේට් සෑදිය හැකි ආකාර ගණනාවක්ම තිබෙනවා. අතීතයේදී ඩිජිටල් සර්කිට් (අයිසී) නිර්මාණයේදී ඉහත ආකාරයේ ඩයෝඩවලින් පමණක්

සැදූ ගේට් භාවිතා කළත්, මීට වඩා ඉතා හොඳ ගුණාත්මක බවින් යුතු ගේට ට්‍රාන්සිස්ටර් ආශ්‍රයෙන් දැන් නිපදවනවා. ඒ කියන්නේ ඔබ වර්තමානයේ පාවිච්චි කරන ඕර් ගේට් සහිත අයිසීවල බොහෝවිට තිබෙන්නේ ඉහත ආකාරයට සාදාගත ඕර් ගේට් නොවේ (ඩිජිටල් ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් පාඩම්වල මේ ගැන සොයා බලමු). එහෙත් අවශ්‍ය නම්, ඉහත ආකාරයට සරලව ඔබේම ඕර් ගේට් සාදා ගත හැකියි.

දැන් අපි බලමු ඩයෝඩ්වලින් ඇන්ඩ් ගේටයක් සාදා ගන්නා අයුරු. මෙයද ඉන්පුට් දෙකක් සහිත ගේටයකි. අවශ්‍ය නම් තව තවත් ඩයෝඩ එකතු කරමින් ඉන්පුට් ගණන වැඩි කර ගත හැකිය. පසෙකින් සත්‍යතා වගුවෙන් ඇන්ඩ් ගේටයේ නීතිය/ක්‍රියාකාරිත්වය පෙන්වයි.



A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

මෙම ගේටයේ ඉන්පුට් අග්‍ර දෙකටම ඩිජිටල් 0 සංඥාව ලබා දුන්නා යැයි සිතමු (එනම් ඉන්පුට් අග්‍ර දෙක වෝල්ට් 0 අගයේ තබා ඇත). ඒ කියන්නේ ඩයෝඩ දෙකම පෙර නැඹුරු වෙනවා. එවිට V වෝල්ටියතාව නිසා R හරහා ධාරාවක් ගලා යනවා ඩයෝඩ දෙකම හරහා. එවිට out නම් ස්ථානයේ රැඳෙන වෝල්ටියතාව 0.7 ක් තරම් කුඩා අගයකි. අප එම සුලු ප්‍රමාණය නොසලකා හරිනවා ඩිජිටල් ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස්වල. එනිසා අවුට්පුට් එක දැන් 0 යි. දැන් A අග්‍රයට පමණක් ඩිජිටල් 1 සංඥාව ලබා දුන්නා නම් කුමක් වේද? එවිට A ඩයෝඩය පසු නැඹුරු වේවි. A හි කුමක් වුවත් අවුට්පුට් එකේ වෙනසක් නොවන්නේ තවමත් B පෙර නැඹුරු නිසා එම ඩයෝඩයේ ඇනෝඩ අග්‍රයේ වෝල්ට් 0.7 රඳවා ගන්නා නිසාය (මෙම අග්‍රය කෙලින්ම අවුට්පුට් අග්‍රයට සම්බන්ධ නිසා ඉබේම අවුට්පුට් අග්‍රයෙත් මෙම කුඩා වෝල්ට් ප්‍රමාණයමයි පවතින්නේ). මේ විදියටම සිදු වෙනවා B ට 1 දී A ට 0 ලබා දුන් විටත්. එහෙත් අග්‍ර දෙකටම 1 දුන් විට පරිපථය වෙනස් වේ. දැන් ඩයෝඩ දෙකම පසු නැඹුරුය. එවිට, V විභවය R හරහා අවුටුපුට් එකේ පිහිටයි. ඒ කියන්නේ අවුට්පුට් එක 1 බවට පත් වේ. “අග්‍ර දෙකම 1 නම් පමණක් අවුට්පුට් එක 1 වේ" යන නීතියයි මේ.

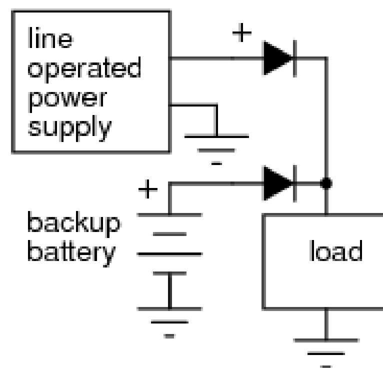
ඕර් ගේටයේදී කියූ පරිදි ඇත්තටම ඩයෝඩ්වලින් පමණක් සාදා ගන්නා ඇන්ඩ් ගේටයද දැන් භාවිතා වෙන්නේ නැහැ. එහෙත් ඔබේම ඇන්ඩ් ගේටයක් ඉහත ආකාරයෙන් අවශ්‍ය නම් සාදා ගත හැකියි. ඩිජිටල් ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් ගැන අවබෝධයක් ඔබ සතුව නැතිනම්, ඉහත ආකාරයේ ගේට්වල ඇති වැඩේ කුමක්දැයි සිතෙනු ඇත. එහෙත් පරිගණකය ඇතුලුව වර්තමානයේ පවතින සෑම දියුණු උපාංගයකම හදවත බඳු පරිපථ කොටස තමයි ගේට් කියන්නේ. ඩිජිටල් ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් ගැන ඉගෙනීමේදී ඒවායේ වටිනාකම පෙනේවි.

සාමාන්‍යයෙන් ඉහත සැදූ ගේට් ක්‍රියා කරන්නේ ඩිජිටල් සංඥා (කොටු සංඥා) සමගයි. එනිසා සාමාන්‍ය විදුලි සංඥා (සයිනාකාර තරංග හැඩැති සංඥා) මේ පරිපථ හරහා යවන්නේ නැත. ඩිජිටල් සංඥාවලදී

වෝල්ටියතා මට්ටම් දෙකක් (බොහෝවිට වෝල්ට් 5 හා 0) පමණක් සලකන නිසා, මෙවැනි පරිපථවලදී සංඥාවේ යම් යම් විකෘතිවීම් ගණන් නොගෙන සිටීමේ හැකියාව ඇත. සරල කිරීම්වලටද හැකියාව ඇත (උදාහරණයක් ලෙස, ඉහතදී වෝල්ට් 0.7 පවා වෝල්ට් 0 ලෙසද, වෝල්ට් 4.3 වෝල්ට් 5 ලෙසද සැලකුවේ එනිසයි). මේ සියල්ල ඩිජිටල් ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස්වල අතුරු වාසි වේ.

දැන් බලමු විදුලි සැපයුම් සමග ගේට් යොදා ගන්නා හැටි. මෙහිදී ඕර් ගේටය තමයි යොදා ගන්නේ. පහත රූපයේ දැක්වෙන පරිපථ/කැටි සටහන බලන්න. ලෝඩ් එකට විදුලි සැපයුම් දෙකක් ලබා දී ඇත. සාමාන්‍යයෙන් ඉන් ප්‍රධාන සැපයුමෙන් තමයි උපකරණය ක්‍රියා කරන්නේ. එහෙත් කුමන හෝ හේතුවක් නිසා එම සැපයුම අක්‍රිය වුවොත් (උදාහරණයක් ලෙස, “කරන්ට් කැපීම" නිසා) එම උපකරණය තවත් උපකාරක සැපයුමකින් (backup) ක්‍රියාත්මක වෙන ලෙසයි මෙය සකසා තිබෙන්නේ. බොහෝවිට මෙම බැකප් එක බැටරියකි.

එහෙත් ඩයෝඩ නැතිව නිකංම එම සැපයුම් දෙක එකම සම්බන්ධ කළ නොහැකියි. එවිට එකවර සැපයුම් දෙකෙන්ම ලෝඩ් එකට විදුලිය සපයාවි. එවිට ප්‍රධාන සැපයුම තිබියදීත් බැටරිය අනවශ්‍ය ලෙස ක්‍රියාකර ඩිස්චාජ් වී ප්‍රධාන සැපයුම විසන්ධි වූ විට සැපයීමට විදුලි බලයක් එය සතු නොවිය හැකියි. තවද, සැපයුම් දෙකෙහි වෝල්ටියතාවන් අසමාන නම්, වැඩි වෝල්ට් සැපයුමෙන් අඩු වෝල්ට් සැපයුම "චාජ් කරන්නට" පෙළඹේවි. එය බැටරියටද හොඳ නැත. මේ සියලු දෝෂ මඟ හැරීමට පෙන්වා ඇති පරිදි ඩයෝඩ දෙකක් යෙදිය යුතුය.



මෙහි යම් කොන්දේසියක් ඇත. එනම්, බැකප් වෝල්ටියතාව අඩුව වශයෙන් ප්‍රධාන වෝල්ටියතාවට වඩා වෝල්ට් 0.7 කින් වත් අඩු විය යුතුය (සිලිකන් ඩයෝඩ නම් යොදන්නේ). මෙම කොන්දේසිය නිසාම අතුරු කොන්දේසියක්ද ඉබේම මතු වේ. එනම්, ලෝඩ් එක ප්‍රධාන විදුලි විභවයට සේම ඊට වඩා තරමක් අඩු විභවයක් තිබෙන බැකප් විභවය සමගද වැඩ කළ හැකි විය යුතුය. උදාහරණයක් ලෙස, ප්‍රධාන විදුලිය වෝල්ට් 12 නම් හා බැකප් විදුලිය වෝල්ට් 11 නම්, ලෝඩ් එක වෝල්ට් 11 සිට 12 දක්වා වූ වෝල්ටියතා පරාසය තුළ වැඩ කළ හැකි විය යුතුයි. ඇත්තටම සැපයුම් දෙක අතර තිබෙන්නේ වෝල්ට් 1 ක් තරම් වූ වෙනසක් නිසා, හාරයට එම වෝල්ටියතා දෙක එතරම් ප්‍රශ්නයක් නොවේ.

දැන් ඉහත පරිපථය විග්‍රහ කරමු. ප්‍රධාන විදුලිය පවතින විට, ඊට සම්බන්ධ ඩයෝඩය හරහා ලෝඩ් එකට විදුලිය ගමන් කර ලෝඩ් එක ක්‍රියා කරවනවා. තවද, ප්‍රධාන විදුලි සැපයුමේ සිට විදුලිය බැකප් එකට ගමන් කිරීම සිදු වන්නේ නැහැ මොකද බැකප් ඩයෝඩය ඉන් පසු නැඹුරු වන නිසා. ඒ කියන්නේ බැකප් එකට සවි කර තිබෙන ඩයෝඩයේ PIV අගය ප්‍රධාන විභවයේ කුලු අගයට වඩා වැඩි විය යුතුයි.

මේ අතරෙම බැකප් විදුලි සැපයුමට කුමක් වේද? එයද බලන්නේ ඊට සම්බන්ධ ඩයෝඩය හරහා ලෝඩ් එකට විදුලිය ගමන් කරවන්නයි. එහෙත් බැකප් එකේ විභවය ප්‍රධාන සැපයුමේ විභවයට වඩා අඩු නිසා, දැන් බැකප් ඩයෝඩය පසුනැඹුරුවේ පවතින්නේ. ඒ කියන්නේ ප්‍රධාන සැපයුම ක්‍රියාකාරී වන විට, බැකප් එක ඉබේම අක්‍රියව පවතී (ඩිස්චාජ් නොවේ).

එහෙත් දැන් එකවර ප්‍රධාන සැපයුම අක්‍රිය වූවා යැයි සිතන්න. එවිට, බැකප් ඩයෝඩයේ කැතෝඩයේ තිබූ ප්‍රධාන සැපයුම් විභවය අහෝසි වී බැකප් ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු වේ. එවිට ලෝඩ් එකට විදුලිය ගලා යයි බැකප් සැපයුමේ සිට. මෙය සිදු වන්නේ ක්ෂණිකව නිසා ලෝඩ් එකට තේරෙන්නේ නැහැ කුමක් සිදු වූයේද කියා. මෙම අවස්ථාවේදී බැකප් එකේ සිට ප්‍රධාන සැපයුමට විදුලිය ගමන් කරන්නෙත් නැහැ මොකද ප්‍රධාන සැපයුමේ තිබෙන ඩයෝඩය ඉන් පසු නැඹුරු වන නිසා. ඒ කියන්නේ ප්‍රධාන සැපයුමට සවි කර ඇති ඩයෝඩයේ PIV අගය බැකප් එක් කුලු වෝල්ටියතාවට වඩා වැඩි විය යුතුයි.

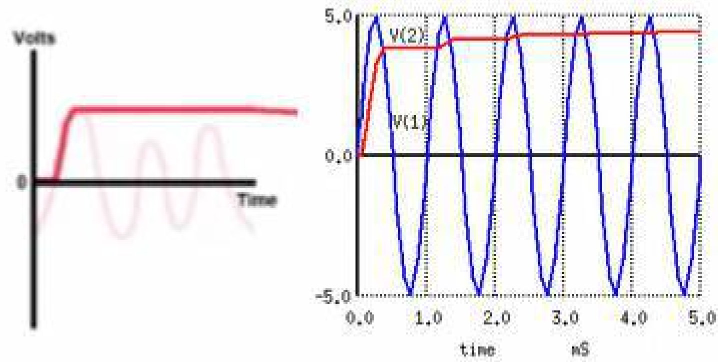
සරල වුවත් මෙය ඩයෝඩවල වටිනා භාවිතාවක් නේද? හොඳින් බැලුවොත් පෙනේවි මෙයත් ඕර් ගේටයක ක්‍රියාකාරිත්වය පෙන්වන බව. එනම් (විදුලි සැපයුම්) ඉන්පුට් දෙකෙන් කුමන එක ක්‍රියාත්මක වුවත් (අවුට්පුට්) ලෝඩ් එකට විදුලිය අඛණ්ඩව ලැබේ.

Peak Detector

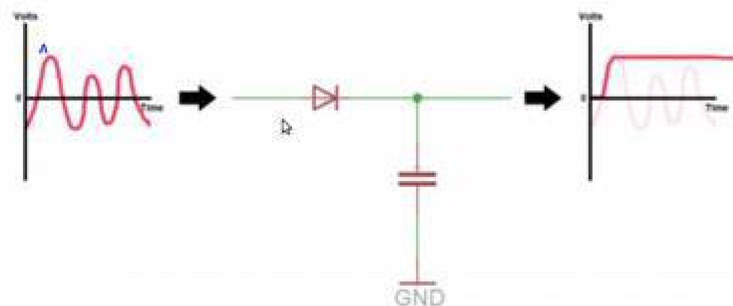
යම් ඒසී සංඥාවක් ගැන සිතන්න. එය තරංග ස්වරූපයෙන් නිරන්තරයෙන්ම ඉහල පහල යනවා. දැන් මෙම විදුලි සංඥාව මඟින් කුඩා බල්බයක් දල්වා ඇතැයි සිතන්න. තරංග විස්ථාරය කාලයට සාපේක්ෂව විචලනය වන විට, බල්බයේ දීප්තියද ඊට අනුරූපව විචලනය වෙනවා. යම් කිසි ශබ්දයක් (බල්ලකු බුරන විට, කුරුල්ලෙකු කෑ ගසන විට, අත්පුඩියක් ගසන විට ආදී අවස්ථාවන්) නිසා ජනිත වන මෙවැනි ඒසී සංඥාවක් සලකමු. දැන් එම ශබ්දයට අනුරූප විද්‍යුත් සංඥා තරංගයේ හැඩයට අනුරූපවයි බල්බය දැල්වෙන්නේ. ශබ්දය නිරන්තරයෙන් විචලනය වන නිසා, බල්බයේ දීප්තියද එලෙසම විචලනය වේවි. මෙවැනි සරල පරිපථයක් එක්තරා විදියක දර්ශකයක් (indicator) ලෙස භාවිතා කළ හැකියි නේද? යම් කිසි තැනක ශබ්දයක් ඇති විට, බල්බයක් දැල්වීම මඟින් එය දැන ගත හැකියිනෙ. රැහැන් ටෙලිෆෝන් එකේ ඉන්ඩිකේටර් බල්බයත් මෙබඳු අවස්ථාවකි (ටෙලිෆෝන් ලයින් එකේ කෝල් එකක් එන බව ඉන් පෙන්වනවා).

එහෙත් මෙම ඉන්ඩිකේටර් බල්බයේ දීප්තිය නිරන්තරයෙන් විචලනය වීම ඔබට කරදරයක් විය හැකියි. නැතිනම් අලංකාරබව අඩු විය හැකියි. ශබ්දයට අනුරූපවම බල්බය නිවි නිවී දැල්වෙන්නේ (flashing හෝ blinking) නැතිව, එම ශබ්දය <u>පවතින තාක්</u> බල්බය ඒකාකාරව දැල්වී (solid) තිබේ නම් හොඳයි නේද කියා කෙනෙකුට සිතිය හැකියි. මෙය කළ හැකියි පහසුවෙන්ම පීක් ඩිටෙක්ටර් පරිපථයකින්. ඉහත උදාහරණයට ගත්තේ එක් අවස්ථාවක් පමණි. මෙවැනි පීක් ඩිටෙක්ටරයක් ප්‍රයෝජනයට ගත හැකි වෙනත් අවස්ථා ගැනත් සිතා බලන්න.

පීක් ඩිටෙක්ටර් පරිපථයක් යනු ඊට ඉන්පුට් කරපු ඒසී සංඥාවක කුලු විස්තාර වෝල්ටියතාව (V_{PEAK}) හඳුනාගෙන එම සංඥාව පවතින තුරාවටම මෙම පීක් වෝල්ටියතාව දිගටම අවුට්පුට් කරන සරල පරිපථයකි (detector යන ඉංග්‍රිසි වචනයේ තේරුම "හඳුනාගන්නා" යන්නයි). පහත රූපයේ මෙය පැහැදිලිව පෙන්වා ඇත. පළමු රූපයේ ලා රතු පාටින් පෙන්වා තිබෙන්නේ ඉන්පුට් වෝල්ටියතා සංඥාවයි. මෙම සංඥාව සමාකාර තරංගයක් නොව අවිධිමත් තරංගයකි. එහෙත් එම සම්පූර්ණ සංඥාවේ උපරිම/කුලු වෝල්ටියතාව/විස්ථාරය හඳුනාගෙන එම අගය දිගටම එම සංඥාව පුරාවටම පවත්වාගනී (මෙය තද රතු රේඛාවෙන් පෙන්වයි). දෙවැනි රූපයේ ඇත්තේ සමාකාර විධිමත් ඉන්පුට් සංඥාවකි (නිල් පාටින්). එහි කුලු අගය හඳුනාගෙන එම සංඥාව පුරාවටම එම කුලු වෝල්ටියතාව පවත්වා ගනී (රතු පාටින් එම රේඛාව දැක්වේ). (එහෙත් මෙහිදී ඔබට පේනවා නේද එම රතු පාට රේඛාවේ උපරිම අගය ඉන්පුට් සංඥාවේ උපරිම අගයට වඩා තරමක් පහලින් තිබෙන බව? පළමු රූපයේ නම් මෙම තත්වය පෙන්වා නොමැත. ඊට හේතුව මොහොතකින් පැහැදිලි කෙරේ.)

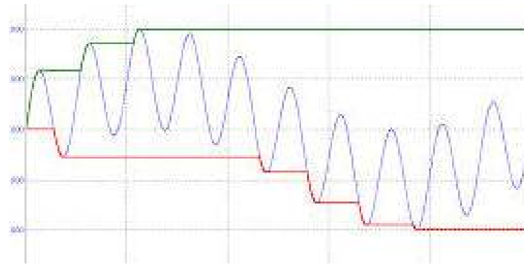


මෙවැනි පීක් ඩිටෙක්ටර් පරිපථයක් පහසුවෙන් සාදා ගත හැකියි ඩයෝඩයක් හා කැපැසිටරයක් පහත ආකාරයට සම්බන්ධ කිරීමෙන් (මීට අමතරව තවත් ආකාර පවතිනවා පීක් ඩිටෙක්ටර් පරිපථ සාදන).



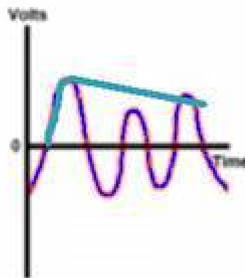
මෙම පරිපථය විග්‍රහ කරමු. ඉන්පුට් සංඥාවේ පෙර නැඹුරුවේදී ඩයෝඩය හරහා කැප් එක චාජ් වේ. එවිට එම සංඥාවේ උපරිම විස්තාර අගය (A) දක්වා එය චාජ් වේවි. දැන් A සිට සංඥා වෝල්ටියතාව පහතට බැස්සත් කැප් එක ඩිස්චාජ් වන්නේ නැත (ඇත්තටම කැප් එක ඩිස්චාජ් වේ; එහෙත් එම ඩිස්චාජ් වීම ඉතාම සෙමින් සිදුවන ලෙසටයි අප එය සකස් කරන්නේ). මෙලෙස කැප් එක ඩිස්චාජ් නොවී පවතින නිසා අවුට්පුට් වන්නේ කැප් එක දෙපස ඩ්‍රොප් වී තිබෙන වෝල්ටියතාව (හෙවත් කැප් එකේ චාජ් වී තිබෙන වෝල්ටියතාව) නිසා, අවුට්පුට් එකේ දිගටම පවතින්නේ මෙම කුලු වෝල්ටියතාවයි.

එහෙත් අවිධිමත් සංඥාවක් නම් ඉන්පුට් කර තිබෙන්නේ, සමහරවිට තරංගයේ පසුවට එන කොටසේ විස්තාරය මුලින් තිබූ විස්තාරයකට වඩා වැඩි වීමටද හැකියි. එවිට, කැප් එක එම අලුත් ඉහල විස්තාරය දක්වා චාජ් වේවි. මෙලෙස කැප් එක හැමවිටම ඉන්පුට් සංඥාවේ උපරිම විස්තාරය රඳවා ගන්නට කටයුතු කරනවා. බලන්න පහත රූපය. මෙහි උඩට තිබෙන පීක් අගයන් ක්‍රමයෙන් උඩට හා ඉන්පසු ක්‍රමයෙන් පහලටද ගමන් කරනවා. ක්‍රමයෙන් උඩට යන විට පීක් ඩිටෙක්ටර් එක හැමවිටම වැඩියෙන් උස පීක් එක තමයි ග්‍රහණය කරන්නේ (කොල පාට රේඛාවෙන් එය පෙනේ). පහලට යන පීක් ග්‍රහණය කර ගන්නේ නැත.



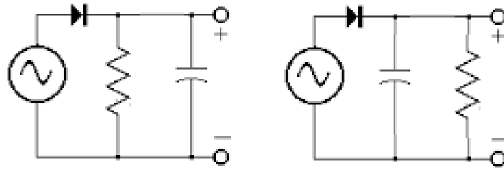
තවද, ඉහත රූපයේ රතු පාටින් පෙන්වා තිබෙන්නේද පීක් ඩිටෙක්ටර් එකකින් අවුට්පුට් කරන වෝල්ටියතාවකි. ඒ කියන්නේ පීක් ඩිටෙක්ටර් වර්ග දෙකක් තිබෙනවා. එකකින් උඩට තිබෙන පීක් ඩිටෙක්ට් කරනවා; එනිසා ඒවා **positive peak detector** ලෙස හැඳින්විය හැකියි. මෙතෙක් ඔබ දැකපු පරිපථය මේ අනුව පොසිටිව් පීක් ඩිටෙක්ටරයකි. අනෙක් වර්ගය නම් **negative peak detector** වේ. එම පරිපථයෙන් ඉහත රූපයේ රතු පාටින් පෙන්වා ඇති පරිදි සංඥාවේ යටට පිහිටි පීක් තමයි ග්‍රහණය කරන්නේ. පොසිටිව් පීක් ඩිටෙක්ටරයේ ඩයෝඩය අනෙක් පැත්තට සවි කළ විට ලැබෙන්නේ නෙගටිව් පීක් ඩිටෙක්ටරයකි.

ඇත්තටම ප්‍රායෝගිකව ඉහත පරිපථයේ සුලු දෝෂයක් ඇත. එනම්, කැප් එක දිගටම එක සේ ඩිස්චාජ් නොවී පවතින්නේ නැත. ඉහත රූපයේ පෙන්වා තිබෙන පරිදි පීක් වෝල්ටියතාව සංඥාව පුරාවටම ඒකාකාරව පවතින බව පෙනුනත්, සැබෑවටම එම රේඛාව තිරස් නොවේ, තරමක් පහල ගමන් කරනවා.

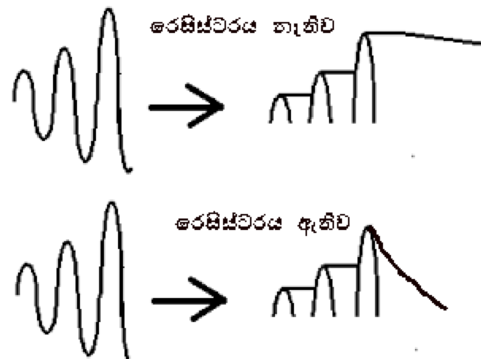


මෙම දෝෂය මඟ හැරීමට නම් කැප් එක ඩිස්චාජ් වීමේ වේගය මන්දගාමී කළ යුතුයි. එය කළ හැකියි කැප් එකේ ධාරිතාව වැඩි කිරීමෙන් හා කැප් එක ඩිස්චාජ් වන පරිපථ මාර්ගයේ ප්‍රතිරෝධය වැඩි කිරීමෙන් (ඒ කියන්නේ මෙම පරිපථයෙන් පුලුවන් තරම් අවම ධාරාවක් භාරය විසින් ලබා ගැනීමෙන්). එවිට කැප් එකේ කාල නියතය වැඩි වෙනවා.

ඩිටෙක්ටර් පරිපථයට ධාරිත්‍රකය හා සමාන්තරගතව විශාල අගයක් සහිත රෙසිස්ටරයක්ද සාමාන්‍යයෙන් යොදනවා (එය නැතත් පරිපථය වැඩ කරනවා). මෙම ප්‍රතිරෝධය නිසා කැප් එක චාජ් වූවාට පසුව පරිපථය ඕෆ් කළොත් කැප් එක ඩිස්චාජ් වෙනවා. එය හොඳ පරිපථ සැලසුම්කරණ පුරුද්දකි (උපකරණයක් ඕෆ් කළ පසු චාජ් වෙච්ච කැප් සෙමින් සෙමින් ඩිස්චාජ් වීමට ක්‍රම සලසා තිබීම හොඳය). ඒ කියන්නේ පරිපථය ඉක්මනින් reset වෙනවා. පරිපථය රීසෙට් නොවුණොත් සමහරවිට ඉන්ඩිකේටර් බල්බය ඉන්පුට් සංඥාවක් නැතිවත් දිගටම යම් කාලයක් දැල්වී තිබේවි. එනම් යම් සංඥාවක් නිසා දැල් වුණු බල්බය එම සංඥාව නැති විටත් දිගටම දැල්වී තියේවි. එවිට එයත් දෝෂයක් සේ සැලකිය යුතුයි. බල්බය නිවි නිවී දැල්වීම වැලැක්වීමට මෙම පරිපථය සවි කළා මිසක් සංඥාව නැති විට බල්බය දැල්වීම සිදු නොවිය යුතුයි නේද? පහත දැක්වෙන්නේ එලෙස ප්‍රතිරෝධය සම්බන්ධ කර ඇති ආකාරයයි (පහත පරිපථ දෙකම එකයි).



රෙසිස්ටරය ඇති විට හා නැති විට ඩිටෙක්ටරයෙන් අවුට්පුට් වන සංඥා ස්වරූප දෙක සංසන්දනාත්මකව පහත ඇඳ ඇත.



තවද, අවුට්පුට් වන විභවයේ (උපරිම) අගය හැමවිටම ඉන්පුට් විභවයේ කුලු අගයට වඩා 0.7 වෝල්ට් පමණ අඩුය. ඊට හේතුව ඔබ දන්නවා (ඕනෑම ඩයෝඩයක් දෙපස බැරියර් වෝල්ටියතාවක් ඩ්‍රොප් කර ගැනීම). වෝල්ටියතාව විශාල වන විට සාමාන්‍යයෙන් මෙම කුඩා අඩුවීම නොසලකා හරිනවා (සුලු සුලු දේවල් අමතක කරන පුරුද්දක් අපට තියෙනවනෙ). ඒකයි සමහර රූපවල මෙම අඩුවීම නොදක්වා තිබෙන්නේ.

ඇත්තටම පීක් ඩිටෙක්ටර් පරිපථයක් යනු සුමටකරණ ධාරිත්‍රක යෙදූ අර්ධ තරංග සෘජුකාරකයක්ම තමයි. එනිසා සාමාන්‍ය රෙක්ටිෆයර් මේ සඳහා යෙදිය හැකියි.

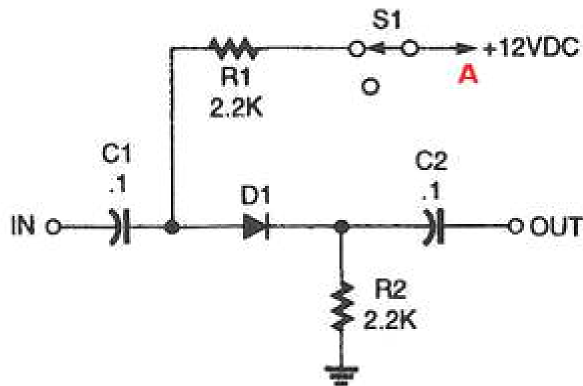
Diode Switching

ඩයෝඩය ඉලෙක්ට්‍රොනික් ස්විචයක් ලෙස භාවිතා කළ හැකියි. ස්විචයක් යනු විදුලිය හෝ විදුලි සංඥාවක් ගමන් කිරීම අපට කැමති කැමති වේලාවල්හිදි නැවැත්විය හැකි උපක්‍රමයකි. ගෙදර තිබෙන බල්බයන් ඔන් ඕෆ් කරන ස්විචය ගැන සිතා බලන්න. ඔබට කැමති වෙලාවට බල්බයට විදුලිය යැවීමට ඉන් හැකියි.

එලෙසම, යම් විදුලි සංඥාවක් ගමන් කරන සන්නායකයක්/වයරයක් සලකමු. එම වයරයේ ගමන් කරන සංඥාව නැවැත්විය හැකි මූලික ආකාර දෙකක් තියෙනවානෙ. ඉන් එකක් තමයි සෘජුවම එම සංඥා ප්‍රභවය (signal source) හෙවත් සංඥා උත්පාදකය (signal generator) නතර කිරීම. උදාහරණයක් ලෙස, සංඥාව නිපදවෙන්නේ මයික් එකක් වැනි උපාංගයකින් නම් එම සංඥාව ජනිත කරවන උපාංගය කෙලින්ම ක්‍රියා විරහිත කිරීමෙන් එම සංඥාව නවතිනවා. දෙවැනි ක්‍රමයේදී සංඥා උත්පාදකය/ප්‍රභවය ඕෆ් කරන්නේ නැත. ඒ වෙනුවට කරන්නේ සංඥාව ගමන් කරන මාර්ගයේ යම් තැනක එම සංඥාව නැවැත්විය හැකි විදුලිමය මාර්ග බාධකයක් යෙදීමයි. මෙම විදුලිමය බාධකය තමයි ස්විචයක් ලෙස හඳුන්වන්නේ.

ඩයෝඩ ස්විචයකින් කරන්නේ සංඥාව ගමන් කිරීම මඟදී නතර කිරීමයි (ඉහත දෙවැනි ක්‍රමය). ඩයෝඩයක් පසු නැඹුරුවේදී හෝ කිසිම නැඹුරුවක් කර නොමැති (no bias) විටදී ඩයෝඩය හරහා ධාරාවක් ගමන් කරන්නේ නැහැ නේද? (ඉතාම කුඩා ලීක් කරන්ට් එක නොසලකා හරිමු) පෙර නැඹුරු කළ විට ඩයෝඩය හරහා ධාරාවක් පහසුවෙන් ගමන් කරයි.

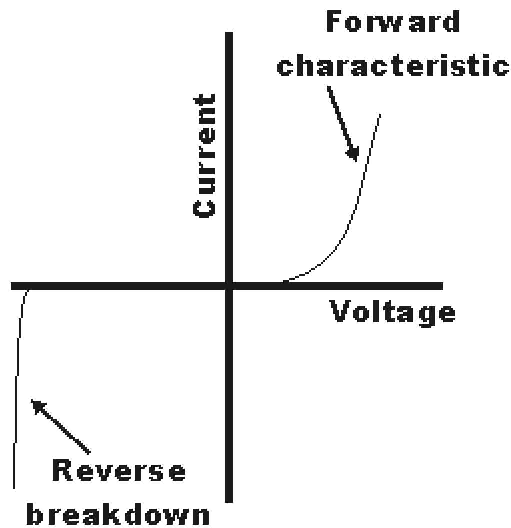
දැන් පහත පරිපථය බලන්න. මෙහි ඩයෝඩය හරහා ගලා යන්නේ කුඩා විදුලි සංඥාවක් යැයි සිතමු (කුඩා විදුලි සංඥාවක් යනු පීක්-ටු-පීක් වෝල්ටියතාව කුඩා සංඥාවකටයි; බොහෝවිට මිලිවෝල්ට් හෝ ඊටත් අඩු ප්‍රමාණයකින් එය පැවතිය යුතුය). දැන් ඩයෝඩය පසු නැඹුරු කර හෝ කිසිම නැඹුරුවක් කර නැති අවස්ථාව ගමු (එනම් A යන ස්ථානයේ ඍණ වෝල්ටියතාවක් හෝ කිසිදු වෝල්ටියතාවක් ලබා දී නොමැති අවස්ථාව). එවිට ඩයෝඩය හරහා සංඥාව ගමන් කරන්නේ නැත. එය කුඩා විදුලි සංඥාවක් බැවින් ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු කිරීමට තරම් වෝල්ටියතාවක් (0.7V) එම සංඥාවේ නැත. ඒ කියන්නේ ඩයෝඩය දැන් ඕෆ් කරපු ස්විචයකට සමානයි.



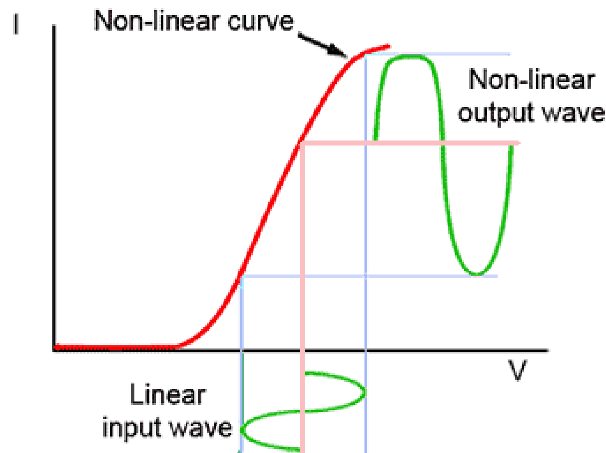
ඩයෝඩය දැන් පෙර නැඹුරු කරන්න. ඒ සඳහා පරිපථයේ A ස්ථානයට වෝල්ට් 0.7 කට වැඩි වෝල්ටියතාවක් සපයන්න (R1 හා R2 තිබෙන නිසා, ඩයෝඩය දෙපස ඩ්‍රොප් වන විභවයට වඩා වැඩිපුර තිබෙන විභවය ඒවා දෙපස ඩ්‍රොප් වේවි). මෙම ක්‍රියාව බයස් කිරීම කියා හඳුන්වන බව ඔබ දැන් දන්නවා. ඉහත රූපයේ වෝල්ට් 12 කින් ඩයෝඩය බයස් කර තිබෙනවා. දැන් පරිපථයට ඉන්පුට් කරන සංඥාව ඩයෝඩය තුලින් ගලා යා හැකියි මොකද දැනටමත් ඩයෝඩය බයස් පරිපථ කොටසින් පෙර නැඹුරු කරලයි තිබෙන්නේ. ඒ කියන්නේ ඩයෝඩය දැන් ඔන් කරපු ස්විචයක් බඳුයි.

මේ ආකාරයට A ස්ථානයට සුදුසු බයස් වෝල්ටියතාවක් සැපයීමෙන් ඩයෝඩය ඔන් ඕෆ් කළ හැකියි. ඒ කියන්නේ ඩයෝඩය ස්විචයක් ලෙසයි ක්‍රියාත්මක වන්නේ. එහෙත් ඩයෝඩ ස්විචයක් සෑදීමේදී සැලකිය යුතු ප්‍රායෝගික ප්‍රශ්න/කාරණා කිහිපයක් ඇත. දැන් ඒ ගැන විමසා බලමු.

පෙර නැඹුරු වෝල්ටියතාව වැඩි කරගෙන යන විට ගලන ධාරාව වැඩි වන්නේ රේඛීය ආකාරයට නොවේ. මෙය ඕනෑම ඩයෝඩයක ලාක්ෂණික ගතියක් බව ඔබ දන්නවා. ඩයෝඩය අරේඛීය උපාංගයක් ලෙස හැඳින්වෙන්නේ එකයි.



දැන් මෙම ඩයෝඩය තුළින් යන විදුලි සංඥාව විශාල නම් (එනම් පීක්-ටු-පීක් වෝල්ටියතාව විශාලය), එම සංඥාව ඩයෝඩය තුලින් ගමන් කරන විට විකෘතියකට පත් වේ (එනම් සංඥා ධාරාවේ හැඩය වෙනස් වේ). සංඥාවේ වෝල්ටියතාව වෙනස් වෙනවා යනු ඩයෝඩය බයස් කරන වෝල්ටියතාව (ඉහත රූපයේ X අක්ෂය ඔස්සේ නිරූපණය කරන වෝල්ටියතාව) වෙනස්වීමයි. එහෙත් එම වෝල්ටියතාවට සාපේක්ෂව ධාරාව වෙනස් වන්නේ අරේඛීයවයි. එවිට, ඩයෝඩයෙන් පිටවන සංඥාවේ ධාරාව විචලනය වන්නේද අරේඛීයවයි. මෙය සංඥාවේ විකෘතියක් ඇති කරනවා. රූපමය ආකාරයෙන් මෙම විස්තරය පහත දැක්වේ. උදාහරණයක් ලෙස පහත රූපයේ රේඛීය ඉන්පුට් සංඥා හැඩයේ උඩ අර්ධය අවුට්පුට් සිග්නල් එකේදී මොට/පැතිලි වී ඇත.



සටහන

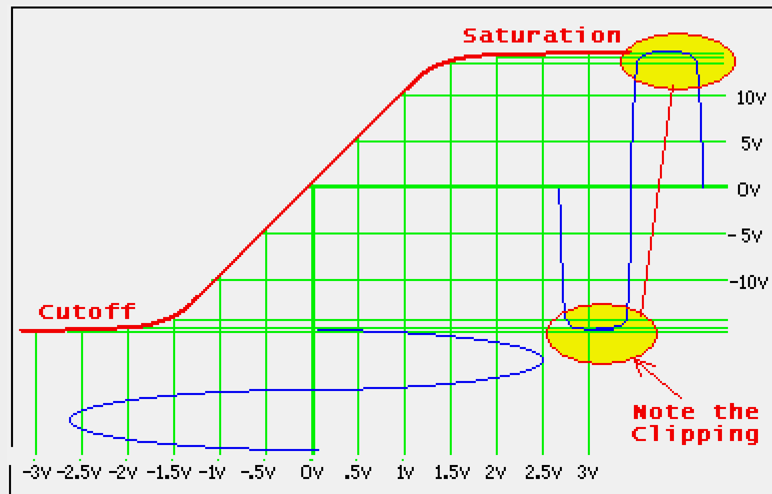
සාමාන්‍යයෙන් යම් අරේඛීය උපාංගයක් හරහා සංඥා යැමේදී ඇති වන විකෘතිය පහසුවෙන්ම ඉහත ආකාරයේ රූපමය ක්‍රමයෙන් පෙන්විය හැකියි. මෙලෙස රූපමය ආකාරයෙන් සංඥා විකෘති වීම් දක්වන විදිය ඔබ හොඳින් හුරුවිය යුතුය.

පළමුව උපාංගයේ ලාක්ෂණික වක්‍රය/ප්‍රස්ථාරය (ලොකුවට) අඳින්න. ඉහත රූපයේ (පෙර නැඹුරු කළ) ඩයෝඩයේ ලාක්ෂණික ප්‍රස්ථාරය රතු පාටින් ඇඳ ඇත. එහි ස්වායත්තව විචලනය වන ඉන්පුට් සංඥාව නිරූපණය කෙරෙන අක්ෂය තීරණය කරන්න. ඉහත රූපයේ එය X අක්ෂය වේ. එම X අක්ෂයෙන් නිරූපණය වෙන්නේ ඩයෝඩයේ නැඹුරු වෝල්ටියතාවයි. සංඥාවේ වෝල්ටියතාව ක්‍රියා කරන්නේ

ඩයෝඩය මත/හරහා නිසා, එම සංඥාව පෙන්වා ඇති පරිදි එම අක්ෂය ඔස්සේ අඳින්න. ඉහත උදාහරණයේ මෙම ඉන්පුට් සංඥා වෝල්ටියතාව x අක්ෂයට පහලින් ඇඳ ඇත. දැන් එම සංඥාවේ උපරිම, මැද, හා අවම අගයන් සෘජු රේඛා මඟින් ලකුණු කරන්න. ඒවා අදාල අක්ෂය හා උපාංගයේ ලාක්ෂණික වක්‍රය කැපෙන තෙක් දික් කරන්න. ඉහත රූපයේ සිරස් නිල් හා ලා රෝස පාට ඉරිවලින් ඇඳ ඇත්තේ ඒවාය.

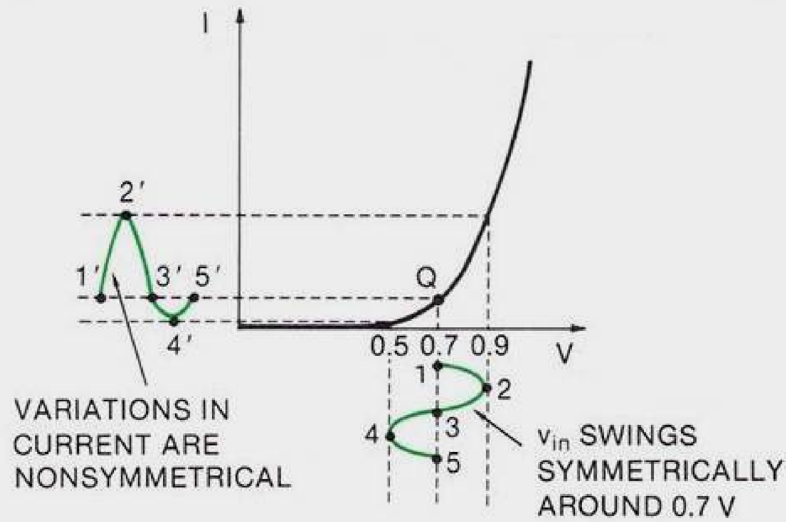
දැන් ප්‍රස්ථාරයේ ඉතිරි අක්ෂයෙන් ඉබේම නිරූපණය වෙන්නේ ඉන්පුට් සංඥාවට අනුරූපව විචලනය වන අවුට්පුට් සංඥා අගයන්ය. ඉහත උදාහරණයේදී මෙම අක්ෂයෙන් නිරූපණය කෙරෙන්නේ සංඥාවේ ධාරාවයි. මෙය තමයි ඩයෝඩයේ අවුට්පුට් එක. මෙම අක්ෂය ඔස්සේ සෑදෙන අවුට්පුට් සංඥාවේ හැඩය අපට දැන් ඇඳ ගැනීමට අවශ්‍යයි (මෙම සංඥා හැඩය විකෘති වෙලාද නැද්ද කියා තීරණය කළ හැක්කේ මෙලෙස ඇඳෙන රූපය දෙස බැලීමෙන්ය).

ඉතිං ඒ සඳහා ඉහතදී ඉන්පුට් සංඥාවේ සිට ප්‍රස්ථාර වක්‍රයට ඇඳි රේඛා තුන අනෙක් අක්ෂයට ලම්භකව දික් කරන්න ලාක්ෂණික වක්‍රයේ සිට. ඉහත රූපයේ ඉතිරි අක්ෂය y අක්ෂය බැවින් එම අක්ෂයට ලම්භකව (එනම් තිරස්ව) රේඛා අඳින්න. දැන් කරන්නට තිබෙන්නේ සංඥාව එම රේඛා තුන අතර ඇඳීමයි. ඇත්තටම ඉරි තුනක් නොව, මෙලෙස ඉරි සිය ගණනක් ඇඳීමට අවශ්‍යයි හරියටම මෙම රූපය ඇඳීමට නම් (පහත රූපයේ කොල ඉරි රාශියක් ඇඳ ඇති නිසා අවුට්පුට් සංඥා හැඩය ඉන්පුට් සංඥා හැඩයට සාපේක්ෂව වඩා නිවැරදිව ඇඳිය හැකියි).

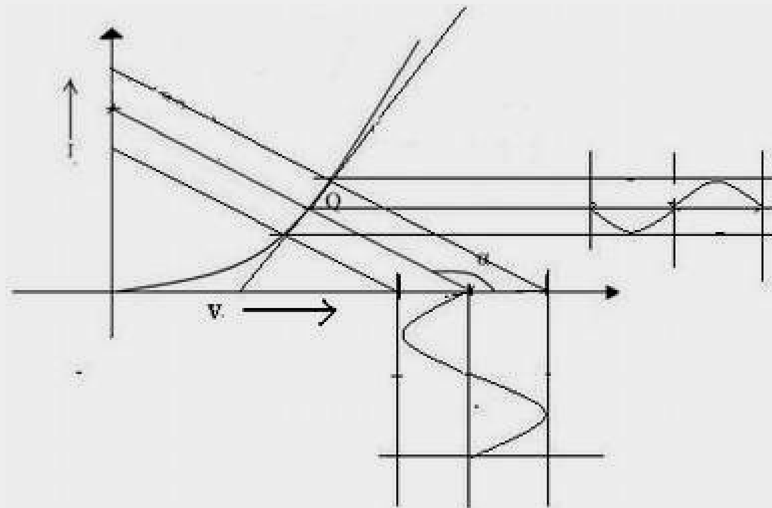


එහෙත් ඉරි තුනකින් මෙම රූපය ඇඳීමට හැකියි මඳක් මේ ක්‍රමයට හුරු වූවාට පසුව. ඇත්තෙන්ම අවුට්පුට් සංඥා හැඩය අඳින්නට පෙරම මෙම විකෘතිය ගැන සිතා ගත හැකියි. බලන්න ඉන්පුට් සිග්නල් එක දක්වන සිරස් රේඛා තුන සමාන පරතරවලින් පැවතියත් අවුට්පුට් සංඥාව දැක්වෙන තිරස් රේඛා තුන තිබෙන්නේ සමාන පරතරවලින් නොවේ. ඉන් කියන්නේ ඒ මත අඳින්නට යන හැඩය විකෘති වීමට නියමිත බවයි. මෙම ඉරි අතර පරතරය වෙනස් වීමට හේතුව ලාක්ෂණික වක්‍රය අරේඛීය වීමයි.

දැන් ඉහත රූපයේ මෙම තිරස් රේඛා තුන මත ඇඳි සංඥා හැඩය තමයි අවුට්පුට් සංඥාවේ හැඩය. මෙම හැඩය බැලූ විට, එය ඉන්පුට් සංඥාවේ හැඩයට වඩා විකෘති වී පවතිනවා නේද? පහත රූපයේ දැක්වෙන්නේ තවත් එවැනි ප්‍රස්ථාරයකි (මෙහිදී අවුට්පුට් සංඥාව වම් පසින් දක්වා ඇති අතර ඉන් ඉහත ප්‍රස්ථාරයට වඩා වෙනසක් ඇති වන්නේ නැහැ).

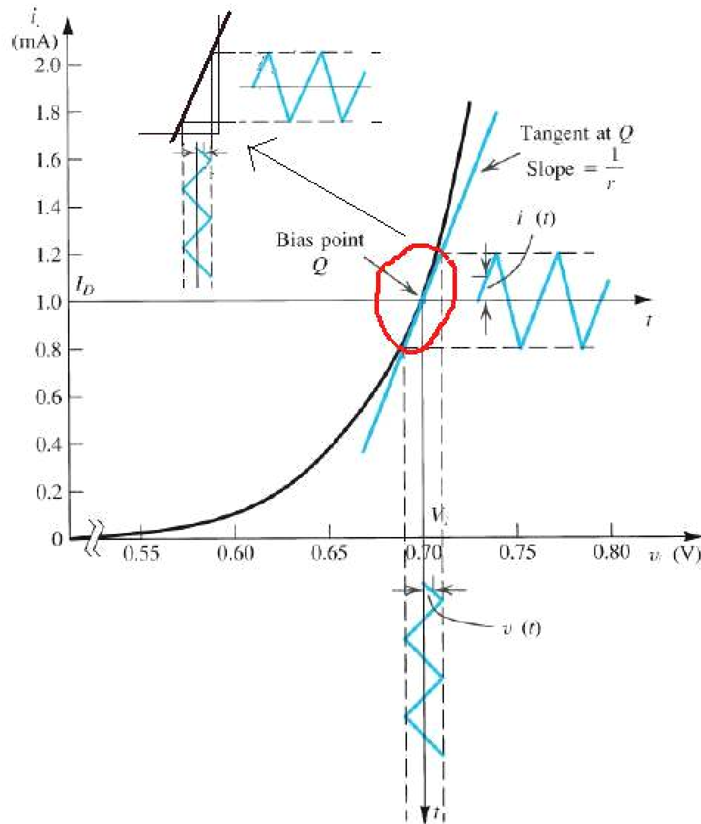


අවශ්‍ය නම්, ඉන්පුට් සංඥාව කෙලින්ම අදාල අක්ෂය කෙලින්ම අඳින්නේ නැතිව තරමක් පැත්තකින් වුවද ඇඳිය හැකියි. එවිට ඍජු ඉරි නොව, ඇල ඉරි ඇඳීමට සිදු වේ. උදාහරණයක් ලෙස පහත රූපයේ ඉන්පුට් සංඥාව X අක්ෂය යටින් ඇඳ තිබෙන්නේ තරමක් දකුණු ඈත පැත්තට වෙන්නටය. මෙහිදීත් පෙර සේම එම සංඥාවේ රේඛා තුන ඍජුවම අදාල අක්ෂය කැපෙන තෙක් දික් කර, එතැන් සිට ඇල කර ලාක්ෂණික වක්‍රය කැපනෙ පරිදි දික් කරන්න.



ඉහත ආකාරයට ඇල කර රේඛා අඳින විට කොතරම් ඇල කරනවාද යන්න තීරණය වන්නේ ප්‍රස්ථාරයේ බයස් පොයින්ට් එක අනුවයි. ඉහත රූපයේ එය Q අකුරින් දක්වා තිබෙනවා. Q මඟින් Quiescent යන්න සිහි කරවයි; ක්වීසන්ට් යනු “සාමාන්‍යයෙන් තිබෙන” (එනම් සාමාන්‍යයෙන් බයස් කර තිබෙන පොයින්ට් එක) යන අර්ථය සහිතයි. එම බයස් පොයින්ට් එක ඉතිං තීරණය කරන්නේ ඔබමනෙ. ඔබ තෝරාගන්නා මෙම බයස් පොයින්ට් එක අනුව, අවුට්පුට් එකේ සංඥාව විකෘති වෙනවාද නැද්ද යන්න තීරණය වෙනවා. ඉන්පුට් සංඥාවේ විශාලත්වයට අමතරව සංඥාවේ විකෘතිය තීරණය කරන අනෙක් සාධකය එයයි. උදාහරණයක් ලෙස ඉහත ප්‍රස්ථාරයේ බයස් පොයින්ට් එක ලාක්ෂණික වක්‍රය දිගේ පහලට ගෙන එන විට ප්‍රස්ථාරය වැඩිපුර වක්‍ර වන නිසා එම විශාල වක්‍ර වීම අවුට්පුට් සංඥාවේ විකෘතියට හේතු වෙනවා. විවිධාකාරයේ මෙවැනි ප්‍රස්ථාර කිහිපයක් බලා හොඳින් හුරු වන්න.

එහෙත් (බොහෝ) අරේඛීය ප්‍රස්ථාරවලින් කුඩා පෙදෙසක් සැලකුවොත් එම කුඩා කොටස දළ වශයෙන් රේඛීය යැයි සැලකිය හැකියි (රවුම් කර ඇති කොටස විශාල කර එම රේඛීය බව පහත රූපයේ දැක්වේ). මෙලෙස කුඩා රේඛීය කොටසක් සැලකුවොත්, එම කොටසට අදාලව x අක්ෂය දිගේ කුඩා වෝල්ටියතාවක්ද y අක්ෂය දිගේ කුඩා ධාරාවක්ද සැලකිය හැකියි නේද? කුඩා සංඥා සඳහා යොදා ගන්නා විට, පළමුව සුදුසු Q point එක තීරණය කළ යුතුය. එම කිව් පොයින්ට් එක මැදි කොට ගෙන කුඩා සංඥාවක් විචලනය විය හැකියි රේඛීයව.



දැන් මෙම රේඛීය කොටස තුළ විභවයට සාපේක්ෂව ධාරාව විචලනය වන්නේ රේඛීයවයි. ඒ කියන්නේ සංඥාවේ හැඩය වෙනස් වෙන්නේ නැත. එනම් සංඥාව විකෘති නොවේ. එහෙත් මේ සඳහා එක් කොන්දේසියක් සැපිරිය යුතුය. එම කොන්දේසිය නම්, ඩයෝඩයට ඉන්පුට් කරන සංඥා වෝල්ටියතාව කුඩා පරාසයක් තුළ විචලනය වන පරිදි විය යුතුයි. එනම් සංඥාවේ පීක්-ටු-පීක් වෝල්ටියතාව කුඩා විය යුතුයි. ඩයෝඩයට ඉන්පුට් කළ යුත්තේ කුඩා සංඥාවක් බව අවධාරණය කළේ එනිසයි.

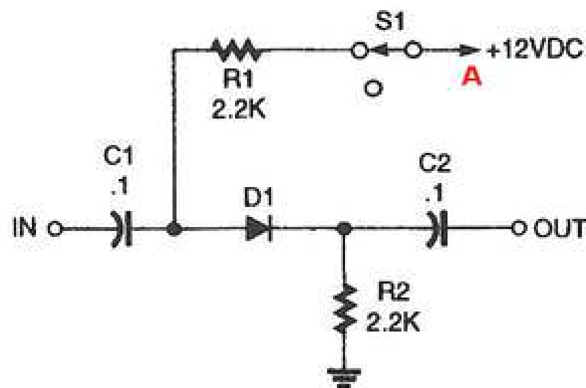
සටහන

ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස්වලදී (විශේෂයෙන් ට්‍රාන්සිස්ටර් යොදා ගන්නා විට) **කුඩා සංඥා (small signal)** හා **විශාල සංඥා (large signal)** ලෙස සංඥා දෙවර්ගයකට සාමාන්‍යයෙන් බෙදනවා. කුඩා සංඥා යනු පෙරත් පැවසූ ලෙසම පීක්-ටු-පීක් වෝල්ටියතාව කුඩා සංඥාය. විශාල සංඥාවල පීක්-ටු-පීක් වෝල්ටියතාව විශාලය. සර්කිට් ඩිසයින් කරන විට ඔබට දැක ගන්නට ලැබේවි මෙම අවස්ථා දෙක වෙන වෙනම සලකා බැලීමට සිදු වන බව. උදාහරණයක් ලෙස, ඉහත ඩයෝඩ ස්විච අවස්ථාවම ගත හැකියි. සාමාන්‍ය ඩයෝඩයක් ස්විචයක් ලෙස යොදා ගන්නා විට, එම පරිපථය හරහා කුඩා සංඥා

පමණක් යැවිය යුතුය (විශාල සංඥා යැව්වොත් ඩයෝඩයෙන් පිටවන්නේ විකෘති වෙච්ච සංඥාවකි). ඉහත පරිපථයම විශාල සංඥා යැවීමට සකස් කළ හැකියි සාමාන්‍ය ඩයෝඩයක් වෙනුවට පින් ඩයෝඩයක් යෙදීමෙන් (මේ ගැන පින් ඩයෝඩ යටතේ සාකච්ඡා කෙරේවි).

කුඩා සංඥා සඳහා සකස් කළ ඉහත පරිපථය සඳහා සාමාන්‍ය රෙක්ටිෆයර් ඩයෝඩයක් වුවද යෙදිය හැකියි. ඩයෝඩයේ රිවර්ස් රිකවරි ප්‍රශ්නය ඇති වන්නේ නැත (මොකද ඩයෝඩය ඔන් ඕෆ් කරන වේගය සාමාන්‍යයෙන් කුඩාය; වේගයෙන් පසු හා පෙර නැඹුරු දෙක අතර දෝලනය වන විටයි රිකවරි ප්‍රශ්නය බලපාන්නේ).

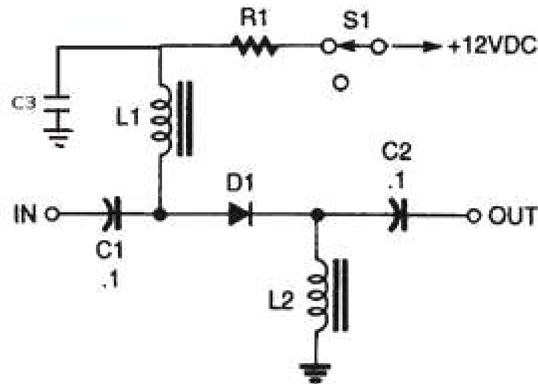
පරිපථය ක්‍රියාත්මකව පවතින අතරේ වුවද බයස් වෝල්ටියතාව විචලනය වුවත් ඉන් අවුට්පුට් වන සංඥාවට එතරම් වෙනසක් ඇති කරන්නේ නැත. ඊට හේතුව කුඩා සංඥාවක් සඳහා බයස් කරපු වෝල්ටියතාවේ නිරපේක්ෂ අගය එතරම් වැදගත් නැත. දැන් නැවතත් ඩයෝඩ ස්විච පරිපථයක් බලමු.



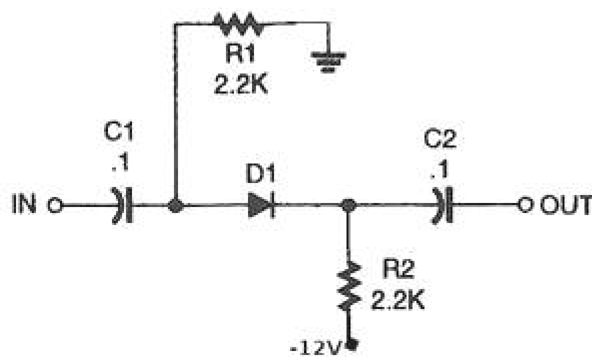
ඉහත පරිපථයේ R2 නම් ප්‍රතිරෝධය යොදා ඇත්තේ ඇයි? එය යොදා තිබෙන්නේ බයස් පරිපථය සම්පූර්ණ කිරීමටයි. එනම් බයස් එකේ එක් අග්‍රයක සිට R1 හරහා එන විදුලිය ඩයෝඩය හරහා යා යුතුයිනෙ. එවිටනෙ ඩයෝඩය නැඹුරු වන්නේ (පෙර හෝ පසු නැඹුරු). ඉතිං මෙම බයස් විදුලියේ අනෙක් අග්‍රය හෙවත් භූගතය හමුවන්නේ R2 ඩයෝඩය හරහාය. මෙම ප්‍රතිරෝධය හරහා සංඥාව ගමන් නොකිරීමට හැකි පමණ වැඩි ප්‍රතිරෝධ අගයක් ඊට ලබා දිය යුතුය (දළ වශයෙන් අවුට්පුට් කොටසේ ප්‍රතිරෝධය මෙන් දස ගුණයක් වත්). මෙම R2 ප්‍රතිරෝධයේ අගය හා බයස් පරිපථයේ ප්‍රතිරෝධයේ (R1) අගය එකතු වී ඩයෝඩය තැබිය යුතු බයස් වෝල්ටියතා අගය (bias point) සෙට් කරයි.

ඉන්පුට් කරන සංඥාව සමග පැමිණිය හැකි ඩීසී වෝල්ටියතාව බ්ලොක් කිරීමට C1 කැපැසිටරය සවි කළ යුතුය. නැතහොත් එලෙස ඇතුලුවන අනවශ්‍ය ඩීසී වෝල්ටියතාව නිසා ඩයෝඩයේ බයස් එක වෙනස් කරාවි. එලෙසම ඩයෝඩය බයස් කිරීමට යොදා ගත් විභවය අවුට්පුට් වීම වැලැක්වීමටත් C2 නම් කප්ලිං කැප් එක සවි කළ යුතුය. තවද, තවත් වෙනස්කම් කිහිපයක් සිදු කිරීමෙන් ඉහත පරිපථය තවත් උසස් තත්වයට ගෙන ආ හැකියි.

ඩයෝඩය හරහා යැමට එවන කුඩා සංඥාවෙන් කොටසක් බයස් පරිපථ කොටස හරහා යැමට උත්සහ කළ හැකියි. එය වැලැක්වීමට පහත රූපයේ දැක්වෙන පරිදි වෙනස්කම් කළ හැකියි. කොයිලය හරහා අධිසංඛ්‍යාතයන් ගමන් කිරීමට අධෛර්යමත් කරයි. කොයිලයේ තිබෙන ප්‍රතිරෝධයට අමතරව ශ්‍රේණිගතව සම්බන්ධ කළ රෙසිස්ටරයක්ද යෙදිය හැකියි (කොයිලයේ ප්‍රතිරෝධය ප්‍රමාණවත් නොවෙයි නම්). එසේ අධෛර්යමත් කළ විටත් තවමත් ඉතාම සුලු වශයෙන් ගමන් කරන අධිසංඛ්‍යාතයන් ඇතොත් එයද භූගත කිරීමට තමයි කැපැසිටරයක් (C3) සවි කර තිබෙන්නේ. දෙවැනි පොතෙන් මෙවැනි පරිපථ කොටස් සැලසුම් කරන අයුරු ඔබ ඉගෙන ගෙන ඇත.



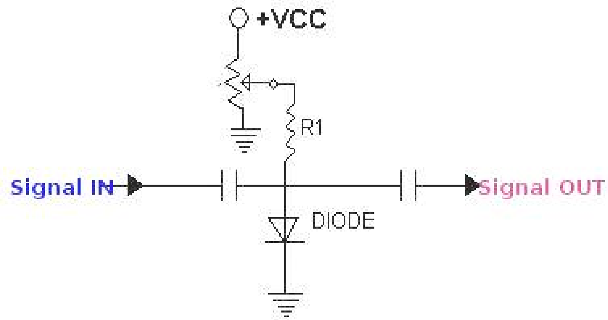
අවශ්‍ය නම්, පහත රූපයේ ආකාරයෙන්ද එම පරිපථය සැකසිය හැකියි. මෙහි දැක්වෙන්නේ යම් සෘණ වෝල්ටියතාවකින් පෙර නැඹුරු කිරීමයි. එවිට එය ඉහත පරිපථ මෙන්ම ක්‍රියා කරනවා. මෙම පරිපථයතටත් අවශ්‍ය නම්, ඉහත රූපයේ පෙන්වූ අධිසංඛ්‍යාත පෙරන පරිපථ කොටස් සම්බන්ධ කළ හැකියි.



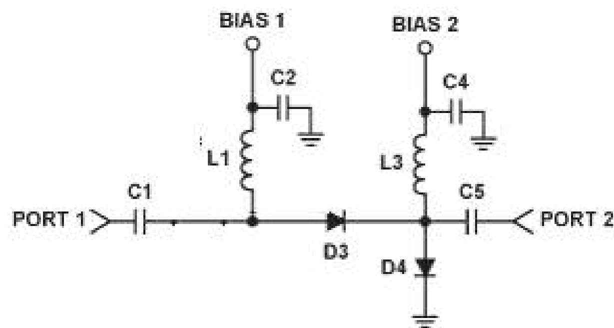
තවද, ඩයෝඩය හරහා යන සංඥාවේ සංඛ්‍යාතය ගැනද සැලකිලිමත් විය යුතුය. අඩු සංඛ්‍යාත සංඥාවලට කිසිදු ගැටලුවක් නැත. මෙවිට, ඩයෝඩය ඔන් කළ විට සංඥාව විකෘති නොවී ඩයෝඩය හරහා ගමන් කරන අතර, ඩයෝඩය ඕෆ් කළ විට සංඥාවෙන් පොඩ්ඩක්වත් අවුට්පුට් වන්නේ නැත. එහෙත් සංඛ්‍යාතය වැඩි වන විට ගැටලුවක් ඇති වේ. ඩයෝඩය ඔන් කළ විට ඩයෝඩය හරහා සුපුරුදු ලෙසම අධිසංඛ්‍යාත සංඥා ගමන් කරයි. එහෙත් ඩයෝඩය ඕෆ් කළ විටත් එම සංඥාව ඉතා දුර්වල (attenuated) මට්ටමින් අවුට්පුට් වේ. 100%ක්ම සංඥාව අහෝසි වන්නේ නැත. ඊට හේතුව ඩයෝඩයේ තිබෙන සන්ධි ධාරිතාවයි. එම ධාරිතාව ඉතාම කුඩා වුවත් අධිසංඛ්‍යාතවලදී කුඩා ධාරිතා හරහා වුවද සංඥා තරමක පහසුවෙන් ගමන් කරන බව ඔබ මීට පෙර ඉගෙන තිබෙනවා. මීට පිළියම වන්නේ ඩයෝඩ ධාරිතාව තවත් අඩු ඩයෝඩයක් යෙදීමයි. මෙවැනි ඩයෝඩ **switching diode** ලෙස හඳුන්වනවා (මේවා සාමාන්‍ය රෙක්ටිෆයර් ඩයෝඩ නොවේ).

මෙතෙක් සලකා බැලූ ඩයෝඩ් ස්විචිං පරිපථවල ඩයෝඩය පවතින්නේ සංඥාව සමඟ ශ්‍රේණිගතවයි. එවිට, එම ඉන්පුට් කරපු සංඥාව "ඩයෝඩ ස්විචය" හරහා ගොස් අවුට්පුට් වේ. එනිසා මෙය ශ්‍රේණිගත ඩයෝඩ ස්විචය (**series diode switching**) ලෙස හැඳින්විය හැකියි. එහෙත් පහත රූපයේ ආකාරයටද ඩයෝඩ ස්විචයක් සැදිය හැකියි. මෙහිදී ඩයෝඩය පවතින්නේ සංඥාව හා භූගතය අතරයි. ඒ කියන්නේ ඉන්පුට් හා අවුට්පුට් අග්‍රයර දෙක අතර සමාන්තරගතවයි ඩයෝඩ ස්විචය පවතින්නේ. මෙය

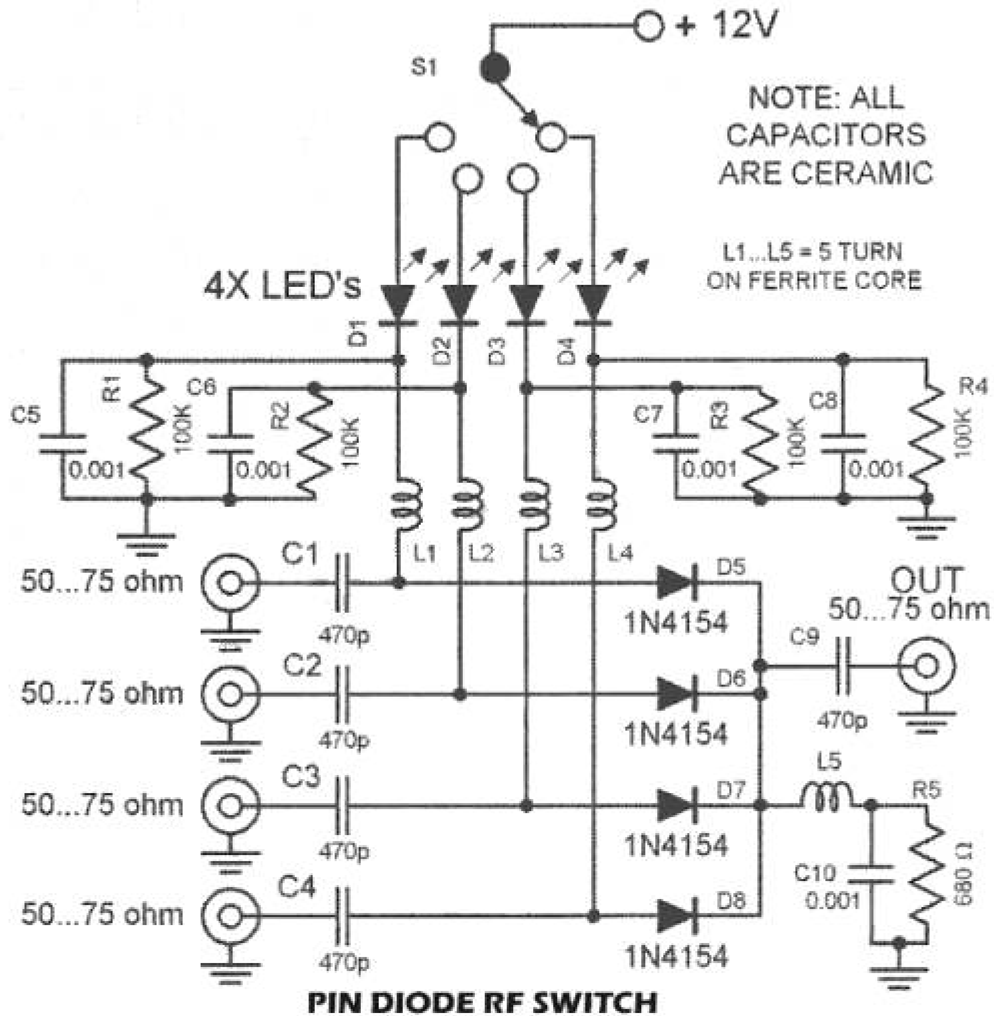
සමාන්තරගත ඩයෝඩ ස්විචය (**shunt diode switching**) ලෙස හැඳින්වේ.



සීරීස් වින්‍යාසයේදී ඩයෝඩය ඔන් කළ විට සංඥාව අවුට්පුට් වේ; එහෙත් ෂන්ට් වින්‍යාසයේදී ඩයෝඩය ඔන් කළ විට සංඥාව ඕෆ් වේ (එනම් සංඥාව භූගත වේ). එලෙසම, සීරීස් වින්‍යාසයේදී ඩයෝඩය ඕෆ් කළ විට සංඥාවද ඕෆ් වන අතර, ෂන්ට් ක්‍රමයේදී ඩයෝඩය ඕෆ් කළ විට සංඥාව අවුට්පුට් වේ. මෙම වින්‍යාස දෙක අතර ඇති වෙනස එයයි. මෙතෙක් පැවසූ සියලු කාරණා මේ ක්‍රම දෙක සඳහාම වලංගුද වේ. අවශ්‍ය නම්, ඉහත වින්‍යාස දෙකම එකට යෙදූ සංයුක්ත ඩයෝඩ ස්විචයක්ද සෑදිය හැකියි. එවිට ඉන්පුට් සංඥාව ඔන් ඕෆ් කිරීම තවදුරටත් ශක්තිමත් වේ.



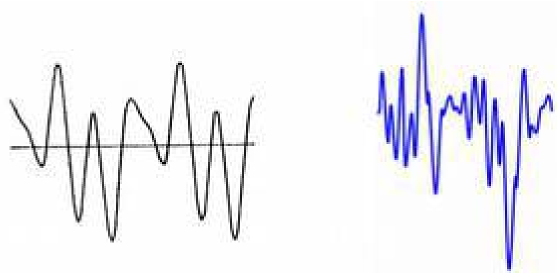
ඉහත ඩයෝඩ් ස්විචිං පරිපථවලට කුඩා වෙනස්කම් සිදුකර, යම් සංඥාවක් ගමන් කළ විවිධ යුතු විවිධ මාර්ගවලට යොමු කරන පරිපථද සෑදිය හැකියි නේද? උදාහරණයක් ලෙස පහත පරිපථයෙන් දැක්වෙන්නේ ඉන්පුට් සංඥා 4 කින් තමන් කැමති එකක් අවුට්පුට් කිරීමට සලස්වන පරිපථයකි (selector circuit). තමන් තෝරාගන්නා චැනලය දැක්වීමට එල්ඊඩී 4 ක්ද යොදා ඇත. මෙම එක් එක් බල්බයට අවශ්‍ය විදුලිය සැපයීමටයි R1, R2, R3, R4 රෙසිස්ටර් තිබෙන්නේ. පරිපථයේ ගමන් කරන සංඥා බල්බවලට ඇති කළ හැකි බලපෑම අවම කිරීමටයි ඩිකප්ලිං කැප් (C5, C6, C7, C8) යොදා තිබෙන්නේ. අනෙක් කොටස් විසින් ඔබ මීට කලින් උගත් ඩයෝඩ ස්විච් 4 ක් සාදයි. L5, C10, R5 යන කොටස විසින් ඩයෝඩ ස්විච 4 හිම බයස් පරිපථ කොටස් ගුවුන්ඩ් කරනවා (වරකට එක් ස්විචයක් පමණක් ක්‍රියාත්මක වන නිසා වෙන වෙනම ගුවුන්ඩ් කරන පරිපථ කොටස් 4 ක් වෙනුවට තනි එකක් යෙදිය හැකියි).



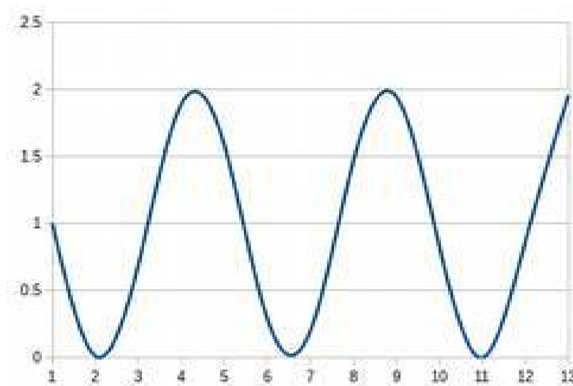
Frequency Mixing & Frequency Multiplier

සංඛ්‍යාත මිශ්‍රක පරිපථ (frequency mixer) හා සංඛ්‍යාත ගුණාකාර පරිපථ (frequency multiplier) සෑදීමටත් ඩයෝඩ යොදා ගන්නවා. මෙම පරිපථ වර්ග දෙක කරන්නේ වෙනස් රාජකාරි දෙකක් වුවත්, ගණිතමය වශයෙන් තිබෙන නෑකම නිසා එකට ගෙන ඉගෙනීම පහසුය. මෙම පරිපථ ගැන ඉගෙනීමට පෙර යම් ගණිතමය කාරණා කිහිපයක් ගැනත් ප්‍රථමයෙන් අවබෝධයක් ලබා ගමු.

ඔබ දන්නවා සෑම සංඥාවකම සංඛ්‍යාතයක් තිබෙනවා. ප්‍රායෝගිකව හමුවන සංඥා සංකීර්ණ ස්වභාවයක් ගන්නවා. සංකීර්ණ ස්වභාවයක් ගන්නවා යනුවෙන් අදහස් කළේ, සංඥාවේ විස්තාරය නිමේෂයක් පාසා විචලනය වීමයි; සංඥාවේ සංඛ්‍යාතයද එලෙසම නිරන්තරයෙන් විචලනය වේ. පහත රූපයේ අක්‍රමවත් (සංකීර්ණ) සංඥා දෙකක් දක්වා ඇත.

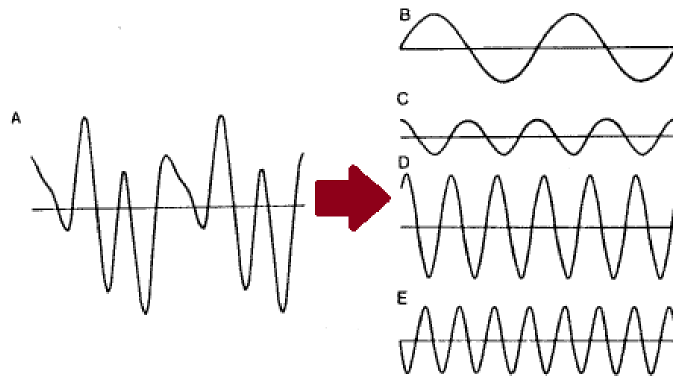


එහෙත් විස්තාරය හා සංඛ්‍යාතය කාලය පුරාම නියතව පවතින පහත ආකාරයේ සංඥාද තිබේ. මෙම ක්‍රමවත් රටාවක් සහිත සංඥාව සයිනාකාර තරංගයක්/සංඥාවක් ලෙස හඳුන්වන බව ඔබ ඉගෙන තිබෙනවා. අවශ්‍ය නම්, මෙම සංඥාවම කෝසයිනාකාර තරංගයක්/සංඥාවක් (cosine wave හෙවත් cosinusoidal wave) ලෙසද හැඳින්විය හැකියි (මොකද සයින් හා කෝසයින් ප්‍රස්ථාර දෙකෙහිම හැඩයන් සමාන නිසා). ඇත්තෙන්ම මෙය තේරුම් ගැනීමට ත්‍රිකෝණමිතිය නම් ගණිත කර්ම ගැන දැනීමක් අවශ්‍ය කෙරෙනවා (සයින්, කොස්, ටැන් වැනි වචනවලින් කියන ගණිත කර්ම ත්‍රිකෝණමිතියේදී හමුවෙනවා).



ඉහත සයිනාකාර තරංග හැඩය සියලුම ක්‍රමවත් හා අක්‍රමවත් තරංගවල මව් හැඩය වේ. ඒ කියන්නේ අනෙක් සියලුම තරංග/සංඥා නිර්මාණය කළ හැකියි මෙම සයිනාකාර තරංගයෙන්. එනිසාම, තරංගවල මූලිකම තරංග ස්වරූපය/හැඩය ලෙසද මෙම සයිනාකාර තරංග හැඩය සැලකිය හැකියි.

ඕනෑම තරංග හැඩයක් සැලකුවොත්, එය සයිනාකාර තරංග සමූහයක එකතුවකට සමාන කළ හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස පහත වම් අත පැත්තේ තිබෙන තරංග හැඩය සෑදී තිබෙන්නේ දකුණු පැත්තේ දක්වා ඇති පරිදි සයිනාකාර තරංග සමූහක එකතුවෙනි.



ඕනෑම තරංගයක් සයිනාකාර තරංග සමූහකින් (සෙට් එකකින්) සෑදී ඇතැයි හෝ නිරූපණය කළ හැකියි යන්න මුල් වරට පෙන්වා දුන් විද්‍යාඥයා වන්නේ ෆූරියර් වේ. ඔහු එය ගණිතමය වශයෙන්ද සාධනය කර පෙන්නුවා. එනිසාම එම ගණිත ක්‍රමවේදයත් ඔහුගේ නමින්ම හඳුන්වනවා (**Fourier analysis, Fourier transformation** ආදී නම් වලින් එම ගණිත කර්මයේ විවිධ ස්වරූප/ටෙක්නික් හඳුන්වනවා).

ඇත්තෙන්ම සයිනාකාර නොවන යම් (අක්‍රමවත් හෝ ක්‍රමවත්) තරංගයක් සෑදීමට සයිනාකාර තරංග අනන්ත සංඛ්‍යාවක් අවශ්‍ය කරනවා. න්‍යායාත්මක තත්වය එසේ වුවත්, ප්‍රායෝගික තලයේදී සයිනාකාර තරංග සෙට් එකේ තරංග දුසිමකට වැඩිය සලකා බලන අවස්ථා නැති තරම්. සයිනාකාර තරංග එකින් එක එකතු කරමින් යන විට, ක්‍රමයෙන් මුල් සංඥාවේ/තරංගයේ හැඩය දිස්වන්නට ගන්නවා. ඉතිං මුල් තරංගයේ හැඩයට බොහෝ සෙයින් සමාන හැඩය මතු වෙනවා සයින් තරංග කිහිපයකින්ම (අනන්ත සංඛ්‍යාවක් කිසිසේත් වැඩක් නැතිවා මෙන්ම එය ප්‍රායෝගිකද නැත). මුල් තරංග හැඩය ලැබුණු විට, එතැනින් එහාට තිබෙන සයින් තරංග නොසලකා හරිනවා.

ඕනෑම හැඩයක් සහිත තරංගයක වුවද යම් ප්‍රධාන සංඛ්‍යාතයක් සැඟව ඇත. මෙම සංඛ්‍යාතය "**මූලික සංඛ්‍යාතය**" **(fundamental frequency)** ලෙස හැඳින්වෙනවා. ෆූරියර් න්‍යායෙන් හෙළිවන වැදගත්ම කරුණ වන්නේ, එම මූලික සංඛ්‍යාතයම සහිත සයින් තරංගයකුත් අවුට්පුට් වන තරංග සෙට් එක තුල තිබෙන බවයි. මෙම මූලික සංඛ්‍යාතය සහිත සයිනාකාර තරංගය තමයි සයිනාකාර තරංග සෙට් එකේ ප්‍රධානියා (බොස්) ලෙස සැලකෙන්නේ.

තරංග සෙට් එකේ කුඩාම සංඛ්‍යාතය සහිත තරංගය බවට පත් වන්නේද මෙම ෆන්ඩමන්ටල් තරංගයයි. ඒ කියන්නේ, තරංග සෙට් එකේ ඇති අනෙක් සියලුම සයින් තරංගත් මෙම මූලික තරංගයේ උපරිතාන (overtone) හෙවත් ගුණාකාර (multiples/harmonic) වේ. උදාහරණයක් ලෙස, මූලික තරංගය හර්ට්ස් 50 නම්, ගුණාකාර තරංග වන්නේ හර්ට්ස් (2x50=) 100, (3x50=) 150, (4x50=) 200, (5x50=) 250, (6x50=) 300,... ආදී ලෙස නොනැවතී අනන්තය තෙක් ගුණාකාර වී ගමන් කරන සයින් තරංග වේ. ඉහත රූපයේ C, D, E වලින් නිරූපණය කෙරෙන තරංග B නම් ෆන්ඩමන්ටල් තරංගයේ උපරිතානයි.

තවද, තරංග සෙට් එකේ තිබෙන සෑම සයින් තරංගයකම විස්තාර අගයන් එකිනෙකට වෙනස්ය. සංඛ්‍යාතය වැඩි වන විට විස්තාරයන් ක්‍රමයෙන් අඩු වන ලෙසටයි ඒවා පවතින්නේ. සංඛ්‍යාතය ඉහළට යන විට, එම අධිසංඛ්‍යාත සංඥාවල විස්තාරය කොතෙක් අඩු වෙනවාද යත් එම සංඥා ගණන් නොගත

යුතු තරමට කුඩා වේ. එමනිසයි ඉහතදී පැවසුවේ තරංග සෙට් එකේ අපට වැදගත් වන්නේ මූල් තරංග කිහිපය පමණක් බව. ෆූරියර් න්‍යාය ගණිතමය ස්වරූපයෙන් නොදක්වා තිබුණත්, ඉහත මා වචනයෙන් විස්තර කළේ එම න්‍යායයි.

"ඕනෑම අරේඛීය උපාංගයක් හරහා සංඥාවක් ගමන් කරන විට, එම සංඥාවේ සුලු හෝ විකෘතියක් ඇති වේ".

ඉහත ප්‍රකාශය ඉර හඳ සේ නොවෙනස් වන සත්‍ය ප්‍රකාශයකි; හොඳින් මතක තබා ගන්න. මෙම විකෘතිය කුඩා හෝ විශාල වීමට හැකියි විවිධ සාධක මත. උදාහරණයක් ලෙස, කුඩා සංඥාවකදී මෙම විකෘතිය අවම වන අතර, විශාල සංඥාවක් ගමන් කළ විට විකෘතිය ඉතාම වැඩි බව පෙන්වා දුන්නා මතකද? එසේ වීමට හේතුව දැන් ඔබට තර්ක කර පැහැදිලි කරගත හැකියි. ඒ ගැන තවදුරටත් බලමු.

දැන් මෙලෙස තර්ක කරන්න. ඩයෝඩය වැනි අරේඛීය උපාංගයක් හරහා සයින් තරංගයක් යවනවා. දැන් එම සයින් තරංගය අවුට්පුට් වන්නේ විකෘති වෙලාය. ඒ කියන්නේ තරංග හැඩය අක්‍රමවත්ය (සයිනාකාර ස්වභාවය නැති හැඩයක් ලැබේ). ඉහතදී ෆූරියර් න්‍යායෙන් කියන්නේ එවැනි තරංග හැඩයක් යනු සයිනාකාර තරංග හැඩ රාශියක එකතුවක් බවයි. ඒ කියන්නේ ඩයෝඩයට ඉන්පුට් කළේ තනි සයිනාකාර තරංගයක් වුවද, ඉන් දැන් අවුට්පුටු වූයේ සයිනාකාර තරංග කිහිපයක් බවයි.

තවද, ඉහත විස්තර කළ පරිදිම මෙම සයිනාකාර තරංග සෙට් එකේ එක් තරංගයක ඇත්තේ මූලික සංඛ්‍යාතය වේ. එම තරංග සෙට් එකේ අනෙක් සියලුම තරංගත් මෙම ෆන්ඩමන්ටල් තරංගයේ ගුණාකාරයි. එහෙත් ඒවායේ විස්තාරයන් කුඩාය; සංඛ්‍යාතය වැඩි වෙන විට විස්තාරයන් තව තවත් කුඩා වේ.

සටහන

මෙලෙස විස්තාරයන් කුඩා වීම අත්‍යවශ්‍යයි නේද? (ඇයි?) ඕනෑම තරංගයක ශක්තිය ඇත. තරංගයක ගැප්ව ඇති ශක්තිය සාධක දෙකක් මත තීරණය වේ.

1. තරංග ශක්තිය එම තරංගයේ විස්තාරය වැඩි වන විට වැඩි වේ. ඇත්තටම ශක්තිය විස්තාරයේ වර්ගයට සමානුපාතික වේ.
2. සංඛ්‍යාතය වැඩි වන විටද ශක්තිය වැඩි වේ (සංඛ්‍යාතය යනු තත්පරයක ඇති වන තරංග ගණන නිසා, එක් තත්පරයකදී තරංග 10 ක් ඇති විට යම් ශක්තියක් ඇත් නම්, එම විස්තාරයම ඇති තරංග 20 ක් තත්පරයකදී ඇති වුවොත් ශක්තිය දෙගුණ විය යුතුයිනෙ).

ඉන්පුට් කළ සංඥාවේ යම් ශක්තියක් තිබුණා. දැන් අවුට්පුට් වුණු තරංග සෙට් එකේම මුලු ශක්තිය එම ඉන්පුට් තරංගයේ ශක්තියට සමාන විය යුතුයිනෙ (ශක්ති සංස්ථිතික නියමය). ඉතිං ෆන්ඩමන්ටල් තරංගයේ විස්තාරය මුලුමුනින්ම ඉන්පුට් තරංගයේ විස්තාරයට සමාන වූවා නම්, අනෙක් තරංගවල ශක්තිය ශූන්‍ය විය යුතුයිනෙ (ඒ කියන්නේ එම උපරිතාන තරංග පවතින්නට විදියක් නැත). ඒ අනුව, සංඛ්‍යාතය වැඩි වන විට එම තරංගවල විස්තාරයන් අඩු වීම අනිවාර්යයෙන්ම සිදු විය යුතුයිනේ (එසේ නොවූවොත් අනන්ත ගණනක් තරංග ඇතිවන්නට විදියක් නැති වෙනවානෙ).

මීට පෙරත් සඳහන් කර තිබූ සිතුවිලි පරීක්ෂණයක් නැවත මතක් කර ගැනීමට වටිනවා. එනම් යම්

කෙනෙකු යම් දුරක් ගමන් කරන්නේ සෑම තත්පරයකදීම ගමන් කිරීමට තිබෙන දුරෙන් හරි අඩක් වන පරිදි නම්, ඔහුට එම සම්පූර්ණ දුර ගමන් කිරීමට අනන්ත තත්පර ගණන් (කාලයක්) ගත වෙනු ඇත. එලෙසම උපරිතාන සංඥාවල විස්තාරයන් ගැනද සිතමු. ඒ කියන්නේ ෆන්ඩමන්ටල් තරංගයේ සිට ඉහලට ඇති සියලුම උපරිතාන සංඥාවල විස්තාරයන් හැමවිටම ඊට පෙර තරංගයේ විස්තාරයෙන් අඩක් වන පරිදි නම් තිබෙන්නේ, එවැනි උපරිතාන සංඥා අනන්ත ගණනක් පැවතිය හැකියි දැන්.

ඉහත ප්‍රකාශය උදාහරණයකින්ම දැක්වීම පහසුය. ඉන්පුට් සංඥාවේ විස්තාරය වෝල්ට් 4 යැයි සිතමු. ෆූරියර් තරංග සෙට් එකෙන් ෆන්ඩමන්ටල් තරංගයේ විස්තාරය වෝල්ට් 2 ක් යැයි සිතමු. එවිට ඉහත ප්‍රකාශය අනුව, පළමු උපරිතානයේ විස්තාරය වෝල්ට් ගණන ඉන් අඩකි; එනම් වෝල්ට් 1 කි. දෙවැනි උපරිතානයේ විස්තාරය පළමු උපරිතානයේ විස්තාරයෙන් අඩක් වන වෝල්ට් 0.5 කි. තෙවැනි උපරිතානයේ විස්තාරය දෙවැනි උපරිතානයේ විස්තාරයෙන් අඩක් වන වෝල්ට් 0.25 කි. මේ ආදී ලෙස ඔබට ඉහත සිතුවිලි පරික්ෂණයේදී මෙන් උපරිතාන අනන්තයක් කරා යා හැකියි නේද? (මෙය තමයි ඉහතදී ෆූරියර් පැවසුවේ තරංග සෙට් එකේ අනන්ත ගණනක් උපරිතාන තිබෙන බව).

ඉහත උදාහරණයම තවත් පියවරක් ඉදිරියට ගෙන යමු. ෆන්ඩමන්ටල් තරංගය පමණක් ගතහොත් මුල් තරංගයේ විස්තාර වෝල්ටියතාවෙන් 50% ක් එහි තිබුණා ලෙසනෙ සැලකුවේ. දළ වශයෙන් එය මුල් තරංගයට 50% කින් සමාන වෙනවා නේද? දැන් ඊට පළමු උපරිතානය එකතු කළ විට, වෝල්ට් 2+1=3 නිසා, එය මුල් තරංගයෙන් 75% කට සමාන ලෙස සැලකිය හැකියි නේද? තරංග සෙට් එකේ මුල් තරංග තුනම (එනම් ෆන්ඩමන්ටල්, පළමු උපරිතානය, හා දෙවැනි උපරිතානය) එකතු කළ විට, එවිට මුල් තරංගයට 87.5% කින් සමාන වේ. මේ ආදී ලෙස ගොස් තරංග සෙට් එකේ පළමු තරංග 5 ක් ගිය තැන 96.88% කින් මුල් තරංගයට සමාන වේ. දැක්කද තරංග අනන්තයක් එකතු කිරීමට අවශ්‍ය වූයේ නැහැ දළ වශයෙන් මුල් තරංගයේ හැඩයට සමාන වීමට?

ඉහත කියූ ලෙසට අරේඛීය උපාංගයක් තුලින්ම සංඥාව ගමන් කිරීමට අවශ්‍ය කරනවා එම තරංගයේ විවිධ උපරිතාන ඇති වීමට නම්.

ඇත්තටම ඉහත අවස්ථාව තරමක් විචිත්‍රයි. ඊට හේතුව මෙයයි. ඩයෝඩයට ඉන්පුට් කළේ සයින් තරංගයකි. ඉන් අවුට්පුට් වූයේ ඉන්පුට් කළ තරංගයේ සංඛ්‍යාතයට සමාන සංඛ්‍යාතයක් සහිත සයින් තරංගයකුත් (ෆන්ඩමන්ටල් තරංගය) හා ඊට අමතරව එම තරංග සංඛ්‍යාතයේ (දෙවැනි, තෙවැනි, ආදී) ගුණාකාර සහිත තරංග සෙට් එකකුත්ය. ඒ කියන්නේ මෙම උපක්‍රමයෙන් පුලුවන් නේද යම් තරංගයක/සංඥාවක විවිධ උපරිතාන සාදා ගන්නට? ඔව්, මෙය තමයි ඍජුවම යොදා ගන්නේ ඔසිලේටර් පරිපථවල, සංඛ්‍යාත ගුණාකාර පරිපථවල, හා සංඛ්‍යාත මිශ්‍රක පරිපථවල.

ඉහත ඡේදය කිය වූ විට යම් වැදගත් තොරතුරක් එහි සැඟව පවතිනවා. එනම්, ස්මෝල් සිග්නල් (කුඩා සංඥා) හා ලාජ් සිග්නල් ගැන හිඟියක් එහි තිබෙනවා. ඩයෝඩයට *ඉන්පුට් කර තිබෙන* <u>*සයින් සංඥාව*</u> ඩයෝඩය විසින් විකෘති කරනවානෙ. එම විකෘතිය සහිත අවුට්පුට් තරංගය තමයි කුඩා සයින් තරංග සෙට් එකකින් නිරූපණය කළේ. එම සංඥා සෙට් එකේ තිබුණා ෆන්ඩමන්ටල් තරංගයත්. මෙම තරංගයේ සංඛ්‍යාතය ඉන්පුට් තරංගයේ සංඛ්‍යාතයට සමාන නමුත් විස්තාරයෙන් කුඩාය. මෙම කුඩා විස්තාරය සහිත තරංගය විකෘති වී නැත (මොකද අවුට්පුට් තරංග සෙට් එකම සමන්විත වන්නේ විකෘති නොවූ සයින් තරංගවලිනි). එනම් ඉන්පුට් කරපු ලාජ් සිග්නල් එකේම ස්මෝල් සිග්නල් එක තමයි මෙම අවුට්පුට් තරංග සෙට් එකේ තිබුණු ෆන්ඩමන්ටල් කුඩා තරංගය. ඒ කියන්නේ එම ඩයෝඩයට එවැනි හෝ ඊටත් වඩා කුඩා සංඥාවක් ඉන්පුට් කළා නම්, එහි විකෘතියක් ඇති නොවී

ගමන් කරනවා කියන එකයි (එනම් තරංග සෙට් එකක් ලැබෙන්නේ නැතිව ඉන්පුට් කරපු තරංගය පමණක් විකෘති නොවී අවුට්පුට් කෙරේවි).

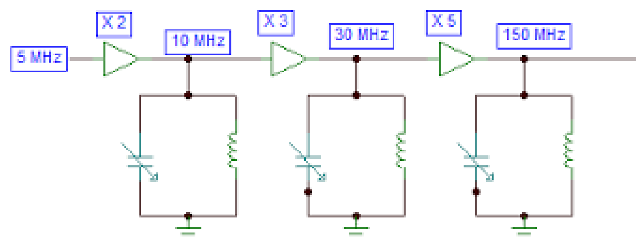
සටහන
ඉහත ඡේදය පරිස්සමින් කියවා තේරුම් ගත යුතුය. එහිදී ඉන්පුට් කළේ ලාජ් සයින් තරංගයකි. එවිට, අවුට්පුට් වෙච්ච තරංග සෙට් එකේ තිබෙන ෆන්ඩමන්ටල් සයින් සංඥාව එහි ස්මෝල් සංඥාව ලෙස සිතිය හැකියි.

එහෙත් ඔබ ඉන්පුට් කරන්නේ විෂම හැඩයක් සහිත සංඥාවක් නම්, ඩයෝඩය වැනි අරේඛීය උපාංගයක් තුළින් ගියද, රෙසිස්ටරය වැනි රේඛීය උපාංගයක් තුළින් ගියද, එම ඉන්පුට් සංඥාව ෆූරියර් න්‍යායට අනුව සයින් තරංග සෙට් එකකින් නිරූපණය කළ හැකියි (තරංග හැඩය පිරිසිදු සයිනාකාර නොවේ නම්, අනිවාර්යෙන්ම ෆූරියර් න්‍යාය ඊට යෙදිය හැකියිනෙ). එහෙත් මෙහිදී එව විෂම සංඥාව ගියේ රේඛීය උපාංගයක් හරහා නම් තරංගය තවදුරටත් විකෘති නොවේ. තවද, ඉන්පුට් කරපු සංඥාවේ විෂම හැඩය එලෙසම පවත්වා ගනී. එහෙත් එම සංඥාව අරේඛීය උපාංගයක් හරහා නම් ගියේ, එම විෂම සංඥාව තවදුරටත් විෂම වෙනවා මොකද අරේඛීය උපාංගය විසින් තවදුරටත් එය විකෘති කරන නිසා.

ඉතිං, ඉහත විස්තරයෙන් කියන්නේ ඉන්පුට් කරන සංඥාව යම් මට්ටමකට වඩා කුඩායි නම්, අමුතුවෙන් විකෘතියක් ඇති නොවී, ඉන්පුට් කරපු සංඥා හැඩයම ලැබේය යන්නයි.

ඒකයි මුලදී කිව්වේ අරේඛීය උපාංගයක් වුවත් කුඩා සංඥාවලට රේඛීය ක්‍රියාකාරිත්වයක් පෙන්නුම් කරන බව. එහෙත් එම සංඥාව කොතරම් කුඩා විය යුතුදැයි තීරණය කළ යුතු වෙනවා මෙවැනි රේඛීය හැසිරීමක් ලබා ගැනීමට. මේ අනුව ස්මෝල් සිග්නල් හා ලාජ් සිග්නල් යන දෙකට තවත් අර්ථ දැක්වීම දෙකක්ද ලබා දිය හැකියි. අරේඛීය උපාංගයක් හරහා යවන විට, සංඥාව විකෘති නොවී අවුට්පුට් වෙනවා නම්, එම සංඥාව ස්මෝල් සිග්නල් එකකි. සංඥාව විකෘති වෙනවා නම් එය ලාජ් සිග්නල් එකකි.

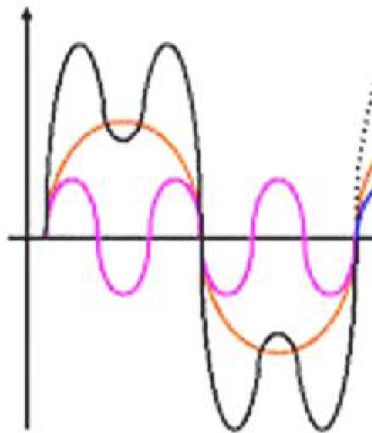
සංඛ්‍යාත ගුණාකාර පරිපථයකදී සිදු කරන්නේ යම් සංඛ්‍යාතයක් සහිත තරංගයක් අරේඛීය උපාංගයක් තුළින් යවා, ඉන් අවුට්පුට් වන තරංග සෙට් එකෙන් අපට අවශ්‍ය උපරිතානය පමණක් ඉතිරි කරගෙන අනෙක් තරංග සියල්ල ෆිල්ටර් කර දැමීමමයි. මෙහිදී අපට අවශ්‍ය උපරිතාන සංඛ්‍යාතය පමණක් තෝරා ගන්නා බෑන්ඩ්පාස් ෆිල්ටරයක් හෝ අනුනාද පරිපථයක් යෙදීමට සිදු වෙනවා අරේඛීය උපාංගයට (ඩයෝඩයට) පසුපසින් (අනුනාද සංඛ්‍යාතය අපට අවශ්‍ය උපරිතානයේ සංඛ්‍යාතයට සමාන විය යුතුයි). එය එච්චරටම සරලයි.



උදාහරණයක් ලෙස, මෙගාහර්ට්ස් 1 ක සංඥාවක් ඩයෝඩය හරහා යවා, එහි පස්වැනි උපරිතානය වන 6MHz සංඥාව පමණක් තබා ගෙන, ඉතිරි තරංග සියල්ල ෆිල්ටර් කර දමන බෑන්ඩ්පාස් ෆිල්ටරයක් යෙදීමෙන් සංඛ්‍යාත ගුණාකාර පරිපථයක් නිර්මාණය කර ගත හැකියි. එහෙත් මෙලෙස තෝරා ගත් තරංගයත් දුර්වල මට්ටමකයි පවතින්නේ (එනම් එහි විස්තාරය කුඩා විය හැකියි). එනිසා, මෙම සංඥාව වර්ධකයක් හරහා යවා ප්‍රබල කර ගැනීමද කළ යුතුය.

දැන් බලමු සංඥා මිශ්‍රකය ක්‍රියාත්මක වන විදිය. සංඛ්‍යාත ගුණාකාරකයේදී හැමවිටම ඊට ඉන්පුට් කරන්නේ එක් තරංගයකි. එහෙත් මිශ්‍රකයකට තරංග දෙකක් හෝ ඊට වැඩි ගණනක් එකතු කෙරේ (මිශ්‍ර වීමට එකකට වඩා වැඩියෙන් දේවල් තිබිය යුතුයිනෙ). මෙම පරිපථ දෙක අතර කැපී පෙනෙන වෙනස එයයි. සංඛ්‍යාත ගුණාකාරය තරම් සරලව එය පැහැදිලි කළ නොහැකියි. එහෙත් එයද තේරුම් ගැනීමට අපහසු නැත.

පළමුව සිතමු රේඛීය උපාංගයක් (රෙසිස්ටරය, කැපෑසිටරය, ඉන්ඩක්ටරය, ට්‍රාන්ස්ෆෝමරය වැනි) හරහා සංඥාවක් හෝ කිහිපයක් ගමන් කළ විට සිදු වන දේ ගැන. එවිට එම උපාංගය තුළදී සංඥා දෙක අධිස්ථාපනය (superposition) වෙනවා.



අධිස්ථාපනය වෙනවා යනු නිකංම එම තරංග දෙකෙහි විස්තාරයන් <u>එකතු වෙනවා</u> කියන එකයි. ඉහත රූපයේ රතු හා තැඹිලි පාට තරංග දෙක අධිස්ථාපනය වීමෙන් කලුපාටින් දක්වා ඇති තරංගය සෑදෙනවා. එය හරියට ඔන්චිල්ලාවක් දෙදෙනකු විසින් තල්ලු කරනවා බඳුය. දෙදෙනාම එකම සැරයට තල්ලු කරන විට, එම දෙදෙනාම තල්ලු කරපු බලයන් එකතු වී ඔන්චිල්ලාව දැනෙනවා. ඉන්පුට් කරන සංඥා දෙක v1, හා v2 නම්, අධිස්ථාපිත සංඥාව (v1+v2) ලෙස ලිවිය හැකියි.

අධිස්ථාපනය වීමේදී (එනම් රේඛීය උපාංගයක් හරහා සංඥා දෙකක් ගොස් එකතු වීමේදී) අවුට්පුට් එක දෙයාකාරයකින් බැලිය හැකියි. එක් ආකාරයක් තමයි, එම ඉන්පුට් කරපු සංඥා දෙක එසේ ඉන්පුට් කරපු විලාසයෙන්ම වෙන වෙනම පවතින සංඥා දෙකක් ලෙස සැලකීමයි. අනෙක් ආකාරය තමයි, එම ඉන්පුට් සංඥා දෙකෙහි සම්ප්‍රයුක්ත තනි තරංගයක් ලෙස පවතිනවා ලෙස එය සැලකීම. මේ දෙකම අවසාන වශයෙන් සමානයි. කිසිදු විකෘතියක් සිදු නොවීම අධිස්ථාපනයේ ප්‍රධානතම ලක්ෂණයයි (විකෘතියක් සිදු වූවා නම්, අවුට්පුට් එකේදී ඉන්පුට් කරපු සංඥාවල හැඩයන් වෙන වෙනම

එලෙසම පවතිනවා යනුවෙන් සැලකීමට බැහැනෙ).

එසේ වුවත්, ඉහත ක්‍රම දෙකෙන් දෙවැනි ක්‍රමයට සැලකීමේදී සංඥාවේ හැඩය ඉන්පුට් සංඥා දෙකෙහිම හැඩයන්වලට සමාන නොවේ (බලන්න ඉහත අධිස්ථාපිත තරංගයේ හැඩය ඉන්පුට් තරංගවල හැඩයන්ට වඩා වෙනස්නෙ). ඒ කියන්නේ විකෘති වීමක් එතැන සිදු වී තිබේද? නැත. එය විකෘති වීමක් නොවේ. එය විකෘති වීමක් නොවේ කියා පැහැදිලි වන්නේ ක්‍රම දෙකෙන් පළමු ක්‍රමය ඔස්සේ ඒ ගැන සිතුවොත්ය. පළමු ක්‍රමයෙන් සිතන විට, අවුට්පුට් වන සංඥා දෙක ඉන්පුට් කළ සංඥා දෙකට සමානයිනෙ. ඉතිං කොහෙද විකෘතියක් සිදු වී තිබෙන්නේ? ඇත්තටම එය විකෘතියක් නොව, සංඥා දෙකේ එකතුව නිසා ඇති වූ සුවිශේෂී තත්වයකි (එයම තමයි අධිස්ථාපනය ලෙස සැලකුවෙත්).

එහෙත් එම සංඥා දෙකම අරේඛීය උපාංගයක් හරහා යැමට සැලස්සුවොත් ක්‍රියාවලි කිහිපයක්ම එතැන ඇති වේ. එවිට තරංග අධිස්ථාපනයක් ගැන සාමාන්‍යයෙන් කතා කරන්නේ නැත මොකද ඊට වඩා සංකීර්ණ ක්‍රියාදාමයක් එතැන සිදු වෙනවා. ඇත්තටම අධිස්ථාපනය එම සංකීර්ණ ක්‍රියාවලිය තුළට අන්තර්ග්‍රහණය කෙරෙනවා. එම සංකීර්ණ ක්‍රියාවලිය පටන් ගන්නේ ඔබ ඉහතදී තේරුම්ගත් ෆූරියර් න්‍යායත් සමගයි.

ඉන්පුට් කරපු සංඥා දෙකම පළමුව අධිස්ථාපනය වෙනවා ලෙස සිතිය හැකියි (v1+v2). ඉන්පසු එම තනි (v1+v1) අධිස්ථාපිත සංඥාව විකෘති වෙනවා; එනම් ෆූරියර් න්‍යාය යෙදිය යුතු වෙනවා. වැඩිදුරට ගණනය කිරීම් නොකර හා සූත්‍ර සාධනය කිරීමකින් තොරව සරලව ක්‍රියාවලිය තේරුම් ගැනීමට ප්‍රමාණවත් තරමින් මෙම ක්‍රියාවලිය දැන් පෙන්වන්නම්.

ඩයෝඩ සමීකරණය පහත දැක්වේ (මේ සමීකරණය ගැන මීට පෙර විස්තර කර ඇත).

$$I = I_S[e^{\frac{qV}{KT}} - 1]$$

ඉහත සමීකරණයේ e වල බලයක් සහිත පදයක් ඇති අතර, එහි දර්ශක පද අතුරින් දළ වශයෙන් q, K, T පද නියත පද වශයෙනුයි සලකන්නේ. එවිට V (වෝල්ටියතාව) පමණයි විචල්‍ය පදයකට තිබෙන්නේ. ගණිතානුකූලව එය පොදුවේ e^X ලෙස ලියමු. තවද, e^X පදයක් පහත ආකාරයට ප්‍රසාරණය කළ හැකි බවට සාධනය කළ හැකියි.

$$e^X = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \ldots$$

ඉහත x වෙනුවට බයස් වෝල්ටියතාව (v_1+v_2) එම සූත්‍රයෙහි අදේශ කළ යුතුයි (නියත පද දැනට අමතක කර දමන්න). දැන් ඩයෝඩයට යවන්නේ ඉතා කුඩා සංඥාවක් (small signal) නම් ඉහත සමීකරණය පහත ආකාරයට තවදුරටත් සරල කළ හැකියි. ඊට හේතුව කුඩා අගයක් බලයකට නංවන විට, එම අගය තවත් කුඩා වේ. උදාහරණයක් ලෙස, 0.001 වෝල්ට් අගයේ වර්ගය 0.001x0.001 = $(0.001)^2$ = 0.000001 වේ. එහි ඝනය 0.001^3 = 0.000000001 වේ. බලයට නංවන දර්ශක අගය වැඩි වන විට, තව තවත් ඉතා කුඩා අගයක් බවට එය පත් වේ. ඒ කියන්නේ ඉහත සමීකරණයට කුඩා සංඥාවක් යැවූ විට, වර්ග හෝ ඝන බලය සහිත පදයෙන් එහාට සැලකීම අනවශ්‍යයි.

$$e^x - 1 \approx x + \frac{x^2}{2}$$

I_S පදයත් නොසලකා හරිමු. එවිට $e^X - 1$ යනු ඩයෝඩයේ ධාරාවයි (I). මෙම ඩයෝඩ ධාරාව ඩයෝඩයේ ප්‍රතිරෝධයෙන් ගුණ කළ විට, වෝල්ටියතාවන් බවට පත් වෙනවා. මෙතෙක් යොදා ගත් ධාරාවන් වෙනුවට වෝල්ටියතාවන් මෙතැන් සිට භාවිතා කළ හැකියි. ඒ අනුව, ඩයෝඩයට ඉන්පුට් කරන්නේ (v1+v2) යන අධිස්ථාපිත තරංගයයි. එවිට ඉහත සමීකරණය පහත ආකාරයට ලැබේ. ඇත්තටම අපට අවශ්‍ය කරන්නේ නිවැරදි පිළිතුරක් ලබා ගැනීමට සමීකරණයක් විසඳීමට නොවේ. සංඛ්‍යාත මිශ්‍ර වන හැටි පෙන්වීමට ප්‍රමාණවත් ප්‍රකාශයක් සරලව ලබා ගැනීම පමණයි මෙලෙස සූත්‍ර සුලු කිරීමේ බලාපොරොත්තුව.

$$e^x - 1 \approx x + \frac{x^2}{2} \quad \text{->} \quad I_F \approx I + \frac{I^2}{2}$$

$$V_F \approx V + \frac{V^2}{2}$$

$$v_o = (v_1 + v_2) + \frac{1}{2}(v_1 + v_2)^2 + \ldots$$

ඉහත සමීකරණයේ $(v_1+v_2)^2$ පදය ප්‍රසාරණය කළ විට, $V_1^2+2V_1V_2+V_2^2$ ලැබේ. ඔබ ඉගෙන තිබෙනවා සයින් තරංගයක්/සංඥාවක් Asin(wt) ලෙස දක්වන බව (මෙයම කෝසයින් තරංගයක් ලෙස සැලකුවොත් Acos(wt) ලෙස ලිවිය හැකියි). ඉතිං ඉහත සූත්‍රයේ V1 හා V2 ට සයින් (හෝ කෝසයින්) ස්වරූපය ආදේශ කරන්න. එවිට පහත ආකාරයට ඉහත සූත්‍රය පත් වේ.

$$v_o = (\sin at + \sin bt) + \frac{1}{2}(\sin at + \sin bt)^2 + \ldots$$

$$v_o = (\sin at + \sin bt) + \frac{1}{2}(\sin^2 at + 2\sin at \sin bt + \sin^2 bt) + \ldots$$

ඉහත අවසන් සමීකරණයෙන් අපට අවශ්‍ය කොටස වන්නේ 2sin(at).sin(bt) යන්නයි. එය පමණක් මෙතැන් සිට සලකමු. sin(a).sin(b) = {cos(a-b) – cos(a+b)}/2 ලෙස ත්‍රිකෝණමිතික නියමයක් තිබෙනවා. එම නියමය ඉහත කොටසට යෙදූ විට, පහත සමීකරණය ලබා ගත හැකියි.

$$v_o = \cos((a-b)t) - \cos((a+b)t) + \ldots$$

අපට අවශ්‍ය වූ සමීකරණය/සම්බන්ධතාව එයයි. බලන්න එහි (a-b)t හා (a+b)t යන පද දෙක තිබෙනවා. ඒ කියන්නේ ඉන්පුට් කරපු a හා b යන සංඛ්‍යාත දෙකෙහි එකතුව (a+b) හා වෙනස (a-b) යන දෙකම දැන් අවුට්පුට් සංඥාවේ තිබෙනවා. ඒ කියන්නේ ඉන්පුට් කරපු සංඥා දෙකෙහි මිශ්‍ර වීමක් සිදු වී තිබෙනවා. එහෙත් මෙම මිශ්‍ර වීම සරල අධිස්ථාපනය නිසා සිදු වූ මිශ්‍රණයට වඩා හාත්පස වෙනස්ය. අධිස්ථාපනයේදී හැමවිටම සංඛ්‍යාත දෙකෙහි එකතුව පමණක් ලැබෙන අතර, මෙහිදී එකතුවට අමතරව ඒ දෙකෙහි වෙනසද ලැබෙනවා. එයත් ඉතාම හොඳ ප්‍රතිඵලයකි මොකද බොහෝ

අවස්ථාවල අප මෙම වෙනස සහිත (a-b) පදයයි පරිපථය තුළ භාවිතයට ගන්නේ.

ඇත්තටම ඉහත විස්තරයේ සරල කිරීම් හා නොසලකා හැරීම් ගණනාවක් කළා විස්තර කිරීමේ පහසුව තකා. දැන් එවැනි නොසලකා හැරි වටිනා දෙයක් ගැන කතා කරමු. ඉහත සමීකරණවල ... යන කොටසක් තිබුණා දුටුවාද? ඉන් කියන්නේ තවත් පද ඉදිරියට තිබෙන බවයි. ඇත්තටම එම පද වන්නේ ඉන්පුට් කරපු සංඥාවල ඉහලට ඇති අනෙක් උපරිතානයි. මෙම උපරිතානද දැන් සැලකිල්ලට ගමු. ඇත්තටම සංඥා දෙකෙහි මෙම උපරිතානවල විවිධ එකතුවන් හා වෙනසවල්ද අවුට්පුට් එකේ පවතිනවා. a සංඛ්‍යාතයේ උපරිතාන 2a, 3a, 4a ආදී ලෙසද, b සංඛ්‍යාතයේ උපරිතාන 2b, 3b, 4b ආදී ලෙසද සංකේතවත් කරමු. ඒ අනුව 2a+b, 2a-b, 2a+2b, 2a-2b, 2b+a, 2b-a, 2b-2a, 3a+b, 3a-b, 3a+2b, 3a-2b, 3a+3b, 3a-3b, 3b+a, 3b-a, 3b+2a, 3b-2a, 3b-3a ආදී ලෙස විවිධාකාරයේ එකතු කිරීම් හා වෙනසවල්ද අවුට්පුට් එකෙන් ලැබේ.

ඇත්තටම අතිවිශාල පද සංඛ්‍යාවක් මෙලෙස අවුට්පුට් වෙනවා. මෙවැනි (a+b), (6a-5b) වැනි ඓක්‍ය පද හා වෙනස් පද පොදුවේ "අන්තර්-මූර්ජන ගුණාකාර පද" (**inter-modulation product terms**) ලෙස හැඳින්වෙනවා. තරංග දෙකක් මික්ස් කරන විට ප්‍රොඩක්ට් ටර්ම්ස් අනන්ත ගණනක් ලැබෙනවා. එහෙත් මේවා අතරින් ප්‍රබලව පවතින පද දෙක වන්නේ (a+b) හා (a-b) යන පද දෙකයි. මේ සෑම ප්‍රොඩක්ට් ටර්ම් එකකම ඇත්තේ ඉන්පුට් කරපු සංඥා දෙකෙහි යම් සංඛ්‍යාත මිශ්‍රණයකි.

ඉහත පැහැදිලි කෙරුණේ සත්‍ය ලෙසම ගණිතමය වශයෙන් සිදු වන දේය. එම පැහැදිලි කිරීමේ පියවරවල් ගොඩක් තිබුණි. එයම ඊටත් වඩා පහසුවෙන් ගණිතමය වශයෙන් පැහැදිලි කිරීමට හැකියි (එවිට එය වෙනස් ආකෘතියක් සේ සලකනවා; ආකෘතිය තරමක් වෙනස් වුවද අවසානයේ අපට අවශ්‍ය උත්තරය ලැබෙනවා). එහිදී අරේඛීය උපාංගයකට ඇතුලු කරන සංඥා දෙකක් එකිනෙකට <u>ගුණ වෙනවා</u> යනුවෙන් උපකල්පනය කිරීමට සිදු වෙනවා. මෙම ආකෘතියේ ප්‍රශ්නය වන්නේ ඇයි එම සංඥා දෙක එකිනෙකට ගුණ වෙන්නේ (එකතු වෙන්නේ නැතිව) කියන එකයි. *ඊට පිළිතුර මා දන්නේ නැත.* එහෙත් ඒ දෙක ගුණ වෙන්නේය යැයි සිතුවොත් අපට අවශ්‍ය තැනට එකවර යා හැකියි (මෙම ක්‍රමයෙන් විග්‍රහ කිරීමේ ඇති වාසිය එයයි). ඒ ගැන දැන් බලමු.

සංඥා දෙක $A_1\cos(w_1t)$ හා $A_2\cos(w_2t)$ යැයි සිතමු. දැන් මෙම සංඥා දෙක ඩයෝඩය තුළින් යවනවා. එවිට ඒ දෙකෙහි ගුණාකාරය සිදු වෙනවා. එම ගුණාකාරය ත්‍රිකෝණමිතික අනුපාත න්‍යායන් යොදාගෙන පහත ආකාරයට අපට අවශ්‍ය පිළිතුර ලබා ගත හැකියි. රේඛීය උපාංගයක් හරහා සංඥා ගමන් කිරීමේදී එම සංඥා එකතු වීම නමැති මිශ්‍රණ ක්‍රියාවලිය සිදු වන අතර, එම සංඥාම අරේඛීය උපාංගයක් හරහා ගමන් කරවූ විට ඒවා ගුණ වීම නම් මිශ්‍රණ ක්‍රියාවලිය සිදුවන බව සිහි තබා ගන්න. එනිසාම අරේඛීය උපාංග යොදා ගෙන සාදනු ලබන මිශ්‍රක **multiplier type mixer** ලෙසද හැඳින්විය හැකියි. බලන්න පහත w1-w2 හා w1+w2 යන පද ලැබී තිබෙනවා. ඒ කියන්නේ සංඛ්‍යාත දෙකෙහි ඓක්‍යය හා වෙනස පද වේ. එම ආකෘතියෙන් පැහැදිලි කිරීම ඉතාම කෙටියි නේද?

$$V_o = [A_1\cos(\omega_1 t)][A_2\cos(\omega_2 t)] = \frac{A_1A_2}{2}[\cos(\omega_1-\omega_2)t + \cos(\omega_1+\omega_2)t]$$

කෙටියෙන් ගණිතානුකූලව සංඥා මිශ්‍රණය පහත ආකාරයට ලිවිය හැකියි. f_1 හා f_2 යනු ඉන්පුට් කරපු වෙනස් සංඛ්‍යාත සහිත තරංග දෙකයි. n හා m යනු නිඛිල (පූර්ණ සංඛ්‍යා) වේ. සංඛ්‍යාතයක් ඉදිරියෙන් පූර්ණ සංඛ්‍යාවක් දැමූ විට, ඉන් එම සංඛ්‍යාතයේ උපරිතානයන් නිරූපණය කෙරේ. උදාහරණයක්

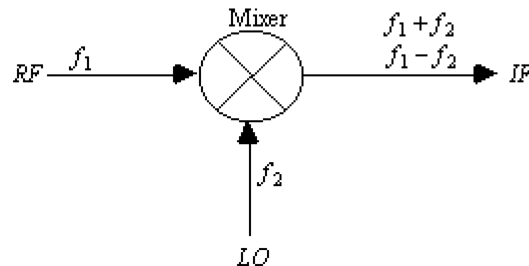
ලෙස, f_1 ($1f_1$) යනු ෆන්ඩමන්ටල් සංඛ්‍යාතයයි; $2f_1$ යනු එහි පළමු උපරිතානයයි (එනම් දෙවැනි harmonic එකයි); $5f_1$ යනු එහි හතරවැනි උපරිතානයයි (පස්වැනි හාමනික් එකයි). මෙලෙසම $6f_2$ යනු f_2 සංඥාවෙහි 5 වැනි උපරිතානයයි (6 වැනි හාමනික් එකයි).

$$f_{OUT} = nf_1 \pm mf_2$$

ඒ අනුව, ඉහත සරල ගණිත සම්බන්ධතාවෙහි අර්ථය ඔබ ඉහතදී උගත් කාරණයමයි. එනම්, ඉන්පුට් කරපු සංඥා දෙකෙහි විවිධ උපරිතාන අතර ඇති වන ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස් ඉන් දැක්වේ. උදාහරණ ලෙස, $0f_1 \pm 1f_2$ ($=f_2$), $f_1 \pm f_2$, $2f_1 \pm 0f_2$ ($=2f_1$), $5f_1 \pm 4f_2$ ආදී ලෙස ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස් අනන්ත ගණනක් සකස් කළ හැකියි නේද?

යම් ප්‍රඩක්ට් ටර්ම් එකක තිබෙන n හා m සංගුණක දෙකෙහි එකතුව **inter-modulation order (O)** ලෙස හැඳින්වෙනවා. ඒ අනුව, $0f_1 \pm 1f_2$ ($=f_2$) හි ඉන්ටර්මොඩ්‍යුලේෂන් ඕර්ඩර් අගය 0+1 = 1 වේ (first order output); $f_1 \pm f_2$ හිදී එම අගය 1+1=2 වේ (second order output); $2f_1 \pm 0f_2$ ($=2f_1$) හි එම අගය 2+0=2 වේ (second order output); $5f_1 \pm 4f_2$ හි 5+4=9 වේ (ninth order output). මෙම ඉන්ටර්මොඩ්‍යුලේෂන් ඕර්ඩර් එක ඔත්තේ අගයක් නම් ඔත්තේ (odd) ඕරඩර් එකක් ලෙස හා ඕර්ඩර් අගය ඉරට්ටේ නම්, ඉරට්ටේ (even) ඕර්ඩර් ලෙස වර්ග කෙරේ.

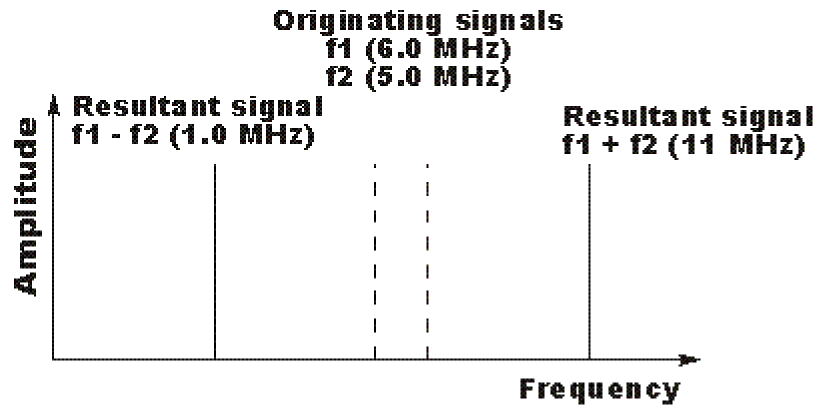
මිශ්‍රක පරිපථයක් සංකේතාත්මකව පහත ආකාරයට ඇඳිය හැකියි.



මිශ්‍රකයට සංඥා දෙකක් ඇතුලු කෙරේ. ඒ දෙකෙහි සංඛ්‍යාතයන් තමයි f1 හා f2 ලෙස ලියා ඇත්තේ. එම සංඥා දෙකෙහි මිශ්‍රණය f1+f2, හා f1-f2 ලෙස පිට වේ. ඉහත රූපය අනුව මිශ්‍රකයක් තනි ඒකකයක්/උපාංගයක් ලෙස ගතහොත් පෝට් 3 ක උපාංගයක් ලෙසත් සැලකියි හැකියි. ඉහත රූපය අනුව නම්, හැමවිටම RF, LO පෝට් 2 ඉන්පුට් අග්‍ර/පෝට් දෙකක් ලෙසද IF පෝට් එක අවුට්පුට් පෝට් එක ලෙස පෙනුනද ඇත්තට එසේ නොවේ. RF, IF පෝට් දෙකට දෙපැත්තටම වැඩ කළ හැකියි (bi-directional). ඒ අනුව RF පෝට් එක ඉන්පුට් පොට් එකක් (input port) සේම, අවුට්පුට් පෝට් එකක් (output port) ලෙසද ක්‍රියා කළ හැකියි. එලෙසම IF ද ඉන්පුට් හා අවුට්පුට් පෝට් ලෙස වැඩ කළ හැකියි. ඉන් කියන්නේ රූපයේ පෙන්වා ඇති ලෙසට RF, LO ඉන්පුට් හා IF අවුට්පුට් ලෙස සේම, IF, LO ඉන්පුට් හා RF අවුට්පුට් ලෙසද ඉහත පරිපථයම භාවිතා කළ හැකියි. එහෙත් මේ අවස්ථා දෙකෙහිදීම LO පෝට් එක හැමවිටම ඉන්පුට් පෝට් එකක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. ඒ කියන්නේ LO යනු තනි දිශා පෝට් එකකි (uni-directional port).

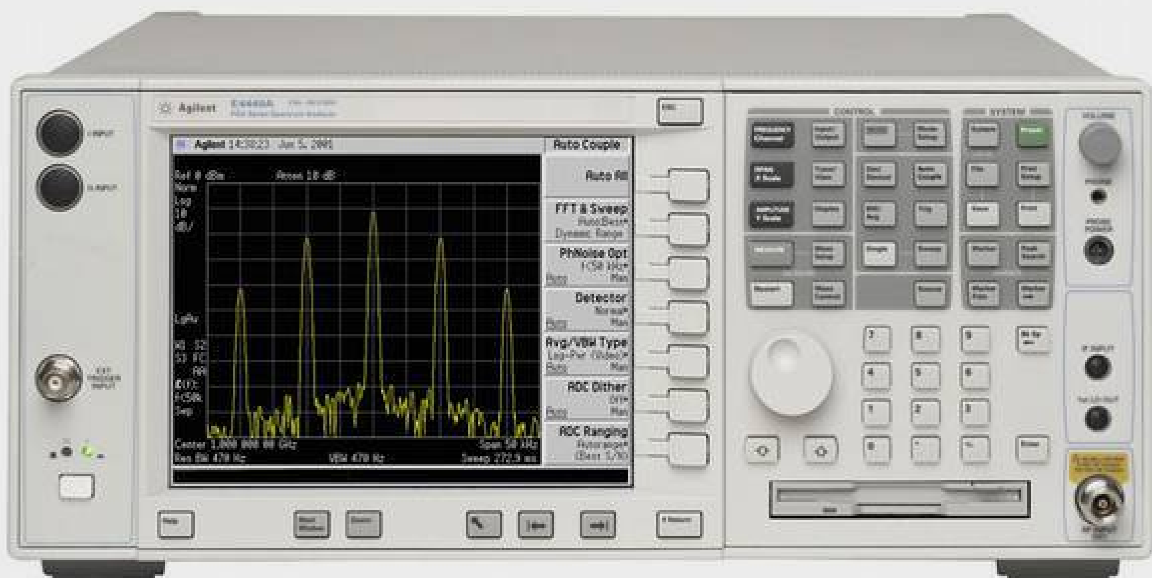
පහත රූපයේ දැක්වෙන්නේ ඉන්පුට් සංඛ්‍යාත දෙක හා එහි ප්‍රධාන ප්‍රොඩක්ට් ටර්මස් දෙකයි. මෙය

ප්‍රස්ථාරයකි. X අක්ෂය නිරූපණය කරන්නේ සංඛ්‍යාතය වන අතර Y අක්ෂය විසින් තරංගයේ විස්තාරය නිරූපණය කෙරෙනවා. මෙවැනි ප්‍රස්ථාරයක් **spectrum analysis** එකක් ලෙස හැඳින්වෙනවා.



සටහන

යම් සංඥාවක විවිධ සංඛ්‍යාතයන් ගැප්ව තිබිය හැකි බව ඔබ දැන් දන්නවා. එවැනි සංඥාවක ගැප්ව ඇති සංඛ්‍යාතයන් මොනවාදැයි බැලීමට උපකරණයක් තිබෙනවා **spectrum analyzer** නමින්. ඉහත රූපයේ දක්වා තිබුණේද මෙම උපකරණයකින් ලබාගත් සටහනකි.



ඊට ඇතුලු කරන සංඥාවක අඩංගු සංඛ්‍යාතයන් ඉහත රූපයේ පෙනෙන පරිදියි දක්වන්නේ. එවිට, වෙනස් වෙනස් සංඛ්‍යාතයන්ද එම සංඛ්‍යාතයන් සහිත සංඥාවල විස්තාරයන් කොපමණද කියා ඉතා නිවැරදිව හා පහසුවෙන් බැලිය හැකි ලෙස ඉහත ආකාරයට දක්වනවා.

පරිගණක සොෆ්ට්වෙයාර්ද ඕනෑ තරම් දැන් තිබෙනවා පරිගණකයේ ඇති තරංගයක (ඕඩියෝ ෆයිල්

එකක) ඉහත ආකාරයටම ෆූරියර් තරංග සෙට් එක බැලිය හැකි (විශ්ලේෂණය කළ හැකි). ඒවාද spectrum analyzer ලෙසයි හැඳින්වෙන්නේ. සෑම ඕඩියෝ එඩිටිං සොෆ්ට්වෙයාර් එකකම මෙම හැකියාව තිබෙනවා.

වැදගත්ම ප්‍රොඩක්ට් ටර්ම්ස් දෙක පමණි දක්වා ඉහත දක්වා තිබෙන්නේ. එහෙත් මෙහි තවත් ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස් අතිවිශාල ගණනක් ඇති බවට ඉහතදී පැවසුවා (ඉහත සටහන තුළ ඇති ස්පෙක්ට්‍රම් ඇනලයිසර් තිරයේ නම් මෙවැනි ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස් කිහිපයක්ම දැක්වෙනවා) මෙම පිටවන සංඛ්‍යාතවලින් එක් ප්‍රඩක්ට් එකක් පමණයි අවසානයේ තෝරාගන්නේ පරිපථයේ ඉදිරියට යැවීම සඳහා. එම සංඥාව **intermediate frequency (IF)** යන නමින් හැඳින්වෙනවා.

හැමවිටම වාගේ මෙවැනි පරිපථ යොදා ගන්නේ අධිසංඛ්‍යාත පරිපථවලයි (එනම් රේඩියෝ සංඛ්‍යාත සමගයි). එනිසයි එක් ඉන්පුට් සංඥාවක් RF (Radio Frequency) ලෙස නම් කර තිබෙන්නේ. අනෙක් සංඥා ප්‍රභවය හැමවිටම වාගේ Local Oscillator (LO) ලෙස හැඳින්වේ. රේඩියෝ පරිපථවල මෙවැනි වචන හැමවිටම හමු වේ.

විවිධ සංඛ්‍යාත දෙකක් ඉහත ආකාරයට මිශ්‍ර කර එම සංඥා සංඛ්‍යාතයන් දෙකෙහි එකතුව/වෙනස සහිත තරංගයක් අවුට්පුට් කිරීමේ ක්‍රියාවලිය **heterodyne** ලෙසයි හැඳින්වෙන්නේ. යම් සංඥාවක්/තරංගයක් තවත් සංඥාවක්/තරංගයක් සමග මිශ්‍ර කිරීම මූර්ජනය (**modulation**) ලෙසද හැඳින්විය හැකියි.

සටහන
මූර්ජනය සිදුවන ආකාර කිහිපයක් ඇත. AM (amplitude modulation), FM (frequency modulation) යනු එවැනි ප්‍රසිද්ධම (ඇනලොග්) මූර්ජන ක්‍රම දෙකයි. මීට අමතරව තවත් ඇනලොග් හා ඩිජිටල් මූර්ජන ක්‍රම ගණනාවක් ඇත (මේවා ගැන පසුවට සලකා බලමු).

සංඛ්‍යාත මිශ්‍රණය මූර්ජනයක් ලෙස සැලකිය හැකි වුවත්, මූලිකව මූර්ජනයක් කියා හඳුන්වන්නේ යම් සංඥාවක් මඟින් තවත් සංඥාවක ගති ගුණයක් වෙනස් කිරීමයි. ඕනෑම සංඥාවක පවතින ප්‍රධාන ගතිගුණ 3 ක් ඇත: සංඛ්‍යාතය (frequency), විස්තාරය (amplitude), හා කලාව (phase) යනුවෙන්. සංඛ්‍යාතය මූර්ජනය කෙරෙන විට ඊට frequency modulation (FM) යනුවෙන්ද, විස්තාරය මූර්ජනය කෙරෙන විට ඊට amplitude modulation (AM) ලෙසද, කලාව මූර්ජනය කෙරෙන විට ඊට phase modulation (PM) ලෙසද හැඳින්වෙනවා. ගතිගුණ කිහිපයක් වෙනස් වන විට, වෙනත් නම් වලින් එම ක්‍රම හැඳින්වෙනවා.

ඉතිං යම් සංඥාවක් විසින් තවත් සංඥාවක මෙම ගතිගුණවලින් එකක් හෝ කිහිපයක් වෙනස් කළ හැකියි. එවිට වෙනස් වීමට භාජනය වන සංඥාව **modulated signal** ලෙසද, මූර්ජනය (වෙනස් කිරීම) සිදු කරන සංඥාව **modulating signal** ලෙසද හැඳින් වෙනවා. ඇත්තටම සංඛ්‍යාත මිශ්‍රණය යනු විස්තාර මූර්ජනයයි.

සංඛ්‍යාත මිශ්‍ර කිරීමේ ක්‍රියාවලිය ප්‍රායෝගිකව සිදු කිරීම තරමක සංකීර්ණ ස්වභාවයක් ගන්නවා. එනිසා මේ මොහොතේ ගැඹුරින් ඒ ගැන සලකා බලන්නේ නැත. න්‍යායාත්මක පදනම් ලබා දීම පමණි මෙම අවස්ථාවේ අරමුණ වන්නේ.

සංඛ්‍යාත ගුණාකාර පරිපථයක ඇති වැදගත්කම කුමක්ද? සමහරවිට අවශ්‍ය සංඛ්‍යාතය සුදුසු ඔසිලේටර් පරිපථයකින් ඍජුවම සාදා ගත හැකියි. එහෙත් සමහර සංඛ්‍යාතයන් ඊට වඩා පහසුවෙන් හා/හෝ ලාභදායකව සාදා ගන්නට පුලුවන් සංඛ්‍යාත ගුණාකාර පරිපථයකින්. උදාහරණයක් ලෙස, ගිගාහර්ට්ස් 20 ක සංඛ්‍යාතයක් සහිත තරංගයක් අවශ්‍ය නම්, ගිගාහර්ට්ස් 5 ක සංඛ්‍යාතයක් නිපදවා, එම සංඥාව සංඛ්‍යාත ගුණාකාරයකින් 4 ගුණයකින් වැඩි කර ගත හැකියිනෙ.

තවත් අවස්ථාවක් නම් රේඩියෝ තරංග සේවා විකාශයයි. සියලුම ගුවන්විදුලි තරංග (රේඩියෝ තරංග – Radio frequency – RF) විසුරුවා හරින්නේ හා ග්‍රහණය කරන්නේ මිශ්‍රක පරිපථ යොදා ගෙනය. උදාහරණයක් ලෙස, ඔබේ කට හඬ හර්ට්ස් 20 ත් 20,000 ත් අතර පරාසයේ පවතී. එහෙත් මෙම හර්ට්ස් ප්‍රමාණයෙන්ම රේඩියෝ තරංගයක් බවට එය පත් කර විසුරුවා හැරිය නොහැකියි (හර්ට්ස් 20-20000 සංඛ්‍යාත කලාපය). ඊට හේතු කිහිපයක්ම තිබේ. එක් හේතුවක් නම්, මෙවැනි පහළ සංඛ්‍යාත රේඩියෝ තරංග ප්‍රායෝගිකව නිපදවීමට හා ග්‍රහණය කිරීමට කිලෝමීටර් ගණන් දිග ඇන්ටනා යොදා ගැනීමට සිදු වීමයි (එය කිසිසේත් ප්‍රායෝගික නැහැනෙ). තවත් එක් හේතුවක් වන්නේ එසේ කළත් එක් රේඩියෝ චැනල් එකක් පමණයි විසුරුවා හැරීමට හැකි වන්නේ. තවත් චැනලයකුත් කටහඬ විසුරුවා හරිනවා නම් ඔවුන්ටද එම සංඛ්‍යාත කලාපය තුළනෙ දැන් විසුරුවා හැරීමට සිදු වන්නේ; එසේ කළොත් චැනල් දෙකේම සංඥා එකිනෙකට බාධා කර ගන්නවා (පාරේ එකම මං තීරුවේ එකිනෙකට වාහන දෙකක් මුහුණලා ගමන් කරනවා බඳුය).

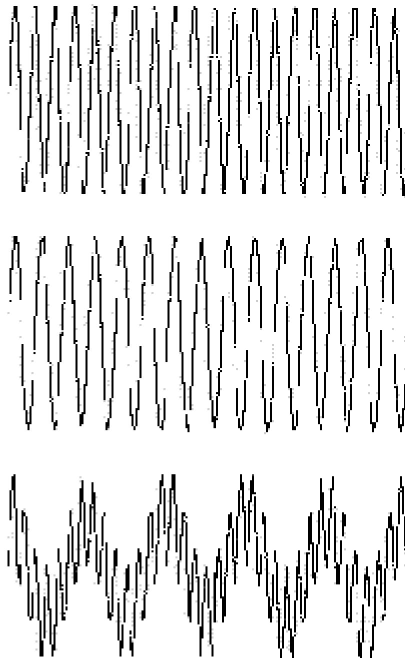
මෙය මඟ හැරීමට තිබෙන එකම ක්‍රමය දෙවැනි චැනලය හර්ට්ස් 20000-40000 සංඛ්‍යාත කලාපයෙන් විසුරුවා හැරීමයි (එනම් දෙවැනි වාහනයට වෙනම මං තීරුවක් ලබා දීමයි). තුන්වැනි හතරවැනි ආදී අනෙකුත් චැනල්වලටද මෙලෙස වෙනස් වෙනස් සංඛ්‍යාත කලාපයන් තුළ තමයි විසුරුවා හැරීමට සිදු වන්නේ. ඇත්තටම මෙය තමයි විවිධ චැනල් විසුරුවා හැරීමට භාවිතා කරන උපක්‍රමය. ඔබ රේඩියෝවේ හෝ ටීවී එකේ චැනල් ටියුන් කරනවා (චැනල් අල්ලනවා) යනුවෙන් සිදු කරන්නේ එය තමයි. මෙය කළ හැක්කේ යම් සංඛ්‍යාතයක් සහිත සංඥාවක් තවත් සංඛ්‍යාතයක සංඥාවක් බවට පත් කර ගතහොත් පමණි (මූර්ජනය). එය කිරීමට සංඥා මිශ්‍රණය යොදා ගනී.

ඉහත අවස්ථාව හැරුණු විට එක් සංඛ්‍යාතයක සංඥාවක් වෙනත් සංඛ්‍යාතයක් බවට පත් කිරීමට වෙනත් හේතුද පැවතිය හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස, විවිධ ප්‍රායෝගික හේතු මත යම් පරිපථයක් දැනට ඔබ සතුව තිබෙන සංඥා සංඛ්‍යාතය සමග හොඳින්/පහසුවෙන් වැඩ කිරීමට (signal processing) බැරි වීමට පුලුවන්. එවිට, මෙ සංඛ්‍යාතය ඔබේ පරිපථයේ පහසුවෙන්/හොඳින් වැඩ කළ හැකි සංඛ්‍යාතයක් බවට පත් කර ගත යුතුය.

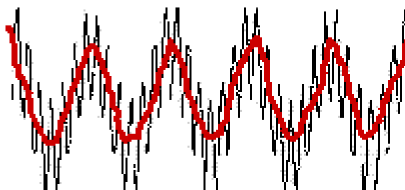
සංඛ්‍යාතයක් තවත් සංඛ්‍යාතයක් බවට පරිවර්තනය කිරීම **සංඛ්‍යාත පරිවර්තනය (frequency conversion)** ලෙස හැඳින්වෙන අතර, එවැනි පරිපථයක් **සංඛ්‍යාත පරිවර්තක (frequency convertor)** නම් වේ. ඒ අනුව සංඛ්‍යාත මිශ්‍රකය සංඛ්‍යාත පරිවර්තකය කියාද පැවසිය හැකියි නේද? යම් සංඛ්‍යාතයක් ඉහල සංඛ්‍යාතයක් බවට පත් කිරීම **up-conversion** ලෙස හැඳින්වෙන අතර, එය පහල සංඛ්‍යාතයක් බවට පත් කිරීමට **down-conversion** ලෙස හැඳින්වේ. upconvertor එකේදී LO, IF පෝට් දෙක ඉන්පුට් පෝට් වන අතර, RF පෝට් එක අවුට්පුට් පෝට් එක වේ. downconvertor එකේදී LO, RF පෝට් ඉන්පුට් පෝට් වන අතර, IF පෝට් එක අවුට්පුට් පෝට් එක වේ.

පහත රූපයේ දැක්වෙන්නේ සංඥා දෙකක් මිශ්‍ර වන හැටිය. රූපයේ උඩින්ම ඇත්තේ සංඛ්‍යාතය වැඩි තරංගයක් වන අතර, දෙවැනියට ඇත්තේ සංඛ්‍යාතය අඩු තරංගයකි. ඒ දෙකෙහි මිශ්‍රණය වූ තරංගයයි

පහලින්ම ඇත්තේ. මෙම මිශ්‍රණය වූ තරංගය බැලූ විට, එහි තරංග දෙකෙහි එකතුව (sum of the two frequencies), හා වෙනස (difference of the two frequencies) යන දෙකම එකට ඇත.



මිශ්‍රිත තරංගයේ f1+f2 නිසා තමයි ඉහත රූපයේ පහතින්ම ඇති තරංගයේ සිරස් ඉරි වැඩිපුර දක්නට ලැබෙන්නේ අනෙක් තරංග දෙකෙහිම ඉරිවලට වඩා (සංඛ්‍යාතය වැඩි වන විට එක ළඟ එක ළඟ ඇති සිරස් ඉරි වැඩියෙන් ඇඳිය යුතුයිනෙ). එම සංඥාවෙහි භාහිර විශාල හැඩය දෙස බලන්න. එයද යම් සයිනාකාර ස්වභාවයක් ගන්නවා නේද? එය තවත් පැහැදිලිව පෙනෙනු පිණිස පහත රූපයේ රතු පාටින් එම අඩු සංඛ්‍යාත තරංගය මතු වී පෙනෙන සේ දැක්වේ. ඇත්තටම මෙය තමයි ඉන්පුට් කරපු සංඥා දෙකෙහි වෙනස (f1-f2). එය හැමවිටම අඩු සංඛ්‍යාත සංඥාවක්නෙ.



මිශ්‍රක පරිපථයක් ගැන කතා කරන විට, සාධක/පරාමිතීන් කිහිපයක් සැලකිල්ලට ගත යුතුය.

1. පෝර්ට් 3 වෙන වෙනම සපෝර්ට් කරන සංඛ්‍යාත පරාසයන් (**frequency ranges**). පෝර්ට් එකක් සපෝර්ට් කරන උපරිම සංඛ්‍යාතයක් ඇත.

2. පෝර්ට් 3 ට වෙන වෙනම යොමු කරන සංඥාවල උපරිම ජව මට්ටම් (**power levels**). සෑම පෝර්ට්

එකකටම දැරිය හැකි උපරිම ජව ප්‍රමාණයක් ඇත. එක් අතකින්, ඊට වඩා වැඩියෙන් ජවයක් ඇති විට, උපාංගය පිලිස්සී යනු ඇති. තවත් අතකින්, සංඥා මිශ්‍ර වන විට, එය හොඳින් ඉටු වීමට පෝට් අතර තිබිය යුතු ජවයන් අතර හොඳ අනුපාතයක්ද පැවතිය යුතුය. උදාහරණයක් ලෙස, LO පෝට් එකට සපයන සංඥාවේ ජවය RF පෝට් එකේ සංඥාවේ ජවයට වඩා දළ වශයෙන් 20dB කින් පමණ ඉහළ විය යුතුය (ඒ කියන්නේ 100 ගුණයකින් වැඩි විය යුතුයි). ඊට හේතුව මෙයයි.

ඉන්පුට් සංඥාවක විස්තාරය/ජවය වැඩි කරන විට, ඉන් ඇති වන විවිධ උපරිතානවල විස්තාරයන්/ජවයන්ද වැඩි වෙනවා. එහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස් විශාල ගණනක් සෑදෙනවා (ජවය කුඩා උපරිතානයන්ගේ විස්තාරයන් ගණන් ගත නොහැකි තරම් කුඩා නිසානෙ ඒවා නොසලකා හැරියේ; එහෙත් දැන් එම කුඩා විස්තාරයන් විශාල වීම නිසා ඒවා කරදරයක් බවට පත් වෙනවා). ඉතිං මෙය වැලැක්වීමට තිබෙන හොඳම ක්‍රමය LO සංඥාවට සාපේක්ෂව RF සංඥාවේ ජවය අඩු කිරීමයි (එනම්, LO සංඥාවේ පීක්-ටු-පීක් අගය RF හි පීක්-ටු-පීක් වෝල්ටියතාවට වඩා වැඩියි).

හැකි තරම් ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස් ගණන අඩු කර ගත යුතුය (f1-f2, f1+f2 හැරුණහම ඉතිරි ඒවා කරදරයකි). ඉන්පුට් සංඥා දෙකෙහිම ජවය අඩු කළ හැකි නම් ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස් ගණන තවත් අඩු වේ. එහෙත් එවිට, ඒ එක්කම අපට අවශ්‍ය IF සංඥවේ ජවයද දුර්වල වේ. එනිසා සංඥා දෙකෙන් එකක ජවය වැඩි විය යුතුය. ඉතිං LO සංඥාව වෙනුවට RF සංඥාවේ ජවය වැඩි කිරීම සුදුසු නැද්ද? නැත. LO සංඥාව තමයි ඇත්තටම RF සංඥාව "තමන්ගේ කර පිට තියාගෙන" යන්නේ; එනම් වාහක සංඥාව/තරංගය (carrier) වන්නේ. එනිසා එයටයි වැඩිපුර ශක්තියක්/ජවයක් තිබිය යුතු වන්නේ. කරේ යන කෙනාට වැඩිය කරපිට තියාගෙන යන කෙනාටනෙ වැඩි ශක්තියක් අවශ්‍ය වන්නේ. එයම තවත් විදියකින් කියතොත් LO සංඥාව විසින් ඩයෝඩ ඩ්‍රයිව් කළ යුතුය.

සාමාන්‍යයෙන් ඉන්පුට් සංඥා දෙකෙහි ජවය අඩු නම් අනවශ්‍ය ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස් ගණන අඩු කිරීමට එය හේතුවක් වෙනවා. එහෙත් එසේ ජවය අඩු වීම නිසා, ඝෝෂාවෙන් කරදර විඳීමට මික්සරයට සිදු වෙනවා (ඝෝෂාවට සාපේක්ෂව සංඥාවේ ජවය වැඩි වන තරමට ඝෝෂාවෙන් සිදු වෙන කරදර අඩු වේ). එනිසා සුදුසු මට්ටම්වලින් ජවය තිබීව වැදගත්.

3. පරිවර්තක හානිය (**conversion loss**) - මිශ්‍රකයේ සිදු වන්නේ සංඛ්‍යාත පරිවර්තනයක්නෙ. මෙය සිදු වන විට, ඉන්පුට් කරපු සංඥාව කොච්චර දුර්වල වෙලාද අවුට්පුට් වෙන්නේ කියන එකයි කන්වර්ෂන් ලොස් එකෙන් පවසන්නේ. එනම් අවුට්පුට් සංඥාවේ ජවය හා එහි ඉන්පුට් සංඥාවේ ජවය අතර අනුපාතයයි.

මෙම හානියට හේතු කිහිපයක් ඇත. එකක් නම් ඩයෝඩවල සිදුවන රත්වීම නිසා සිදු වන හානියයි (අඩු VF අගයන් සහිත ඩයෝඩ යොදා ගැනීමෙන් මෙම හානිය අඩු කර ගත හැකියි). අනෙක් හානිය නම් අනවශ්‍ය ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස් නිසා ඇති වන හානියයි. ඉන්පුට් කරන සංඥාවලින් විශාල ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස් ගණනක් ඇති වන බව ඔබ දන්නවා. එහෙත් මේ අතරින් එක් ප්‍රඩක්ට් ටර්ම් එකක් පමණයි ඔබ ප්‍රයෝජනයට ගන්නේ. ඉතිරි ඒවා නොසලකා හරිනවා. ඉතිං මෙම ඉතිරි ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස්වල තිබෙන ශක්තිය අපතේ යෑමක් ලෙස සැලකිය හැකියිනෙ. එනිසා හැකි පමණ ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස් ඇති වීම වැලැක්වීමට උත්සහ දැරිය යුතුය.

උදාහරණයක් ලෙස, f1+f2 හා f1-f2 යන ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස් දෙක පමණක් ලැබේ යැයි සිතමු. ඉතිං මේ දෙකම එකවර භාවිතා නොකර ඉන් එකක් විතරක් භාවිතා වන විට, එතැනම 50% කින් ශක්තිය හානි

වීමක් සිදු වී තිබෙනවා නේද?

4. **isolation** - සාමාන්‍යයෙන් සංඛ්‍යාත මිශ්‍රක පරිපථයේ පෝට් තුනෙන් එක් පෝට් එකක සංඥාවක් තවත් පොට් එකට කාන්දු නොවිය යුතුය. මිශ්‍රකයේ ක්‍රියාකාරිත්වය නිසා ඒ ඒ පෝට්වල සංඥා පැවතිය යුතු වුවත්, කාන්දු වීම සිදු නොවිය යුතුය (කාන්දු වෙනවා යනු, මිශ්‍රණ ක්‍රියාවලියට සහභාගී නොවී කෙලින්ම එක් පෝට් එකක සිට තවත් පොට් එකකට විදුලිය ගමන් කිරීමකි). උදාහරණයක් ලෙස, වතුර පිල්ටරයක් ගන්න. එහි එක් පැත්තකට අපිරිසිදු වතුර දමයි; අනෙක් කොටසට පිරිසිදු වතුර එකතු වේ. එහෙත් පිල්ටර් නොවී කුණු වතුර පිරිසිදු වතුර තිබෙන කොටසට කාන්දු වීම සිදු නොවිය යුතුයිනෙ. මෙවැන්නක්මයි මිශ්‍රක පරිපථයේදීද අපේක්ෂා කරන්නේ. ඉතිං අයිසොලේෂන් එක වැඩි නම් ඉන් කියන්නේ එක් පෝට් එකක සංඥා විදුලිය අනෙක් පෝට් එකකට කාන්දු වීම අඩු බවයි. හැකි පමණ අයිසොලේෂන් එක වැඩියෙන් තිබිය යුතුය.

පොට් තුනක් තිබෙන නිසා අයිසොලේෂන් අගයන් 3 ක් සඳහන් කළ යුතුයි. RF පෝට් එක හා LO පෝට් එක අතර අයිසොලේෂන් එක L-R isolation ලෙස කෙටියෙන් ලියනවා. එලෙසම, L-I, R-I ලෙසද අනෙක් අයිසොලේෂන් දෙක සටහන් කරනවා. සුදුසු පිල්ටර් පරිපථ කොටස් යොදමින් අයිසොලේෂන් තත්වය දියුණු කර ගත හැකිය.

5. **noise figure** - මේ ලෝකයේ සැම තැනකම භාහිරින් සිදුවන බලපෑම් තිබෙනවා. ඉලෙක්ට්‍රොන්ක්ස්වල නොයිස් යනු එබඳු අනවශ්‍ය බලපෑමකි. එය කිසිසේත් 100% ක්ම ඉවත් කළ නොහැකියි. එහෙත් පුලුවන් තරම් ඝෝෂාව අඩු කිරීම හා පාලනය කිරීම අත්‍යවශ්‍යයි.

ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස්වල ඝෝෂාව සලකා බලන්නේ තිබෙන සංඥාවට සාපේක්ෂව ඝෝෂාව කොතරම්ද යන්නයි. සංඥාව ප්‍රබල නම්, ඝෝෂාව තිබුණත් ඉන් එතරම් කරදරයක් නැත. එම මිනුම් දණ්ඩ **signal to noise ration (SNR)** ලෙස හඳුන්වනවා. උදාහරණයක් ලෙස සිග්නල් එකේ ජවය 100 ක් හා ඝෝෂාවේ ජවය 1 නම්, ඉන් කියන්නේ SNR අනුපාත අගය සිය ගුණයක් බවයි (එහෙත් SNR සාමාන්‍යයෙන් දක්වන්නේ ඩෙසිබල්වලින් බැවින් 100 ගුණය වෙනුවට 20dB ලෙස කිව යුතුයි). එය උපමාවකින් මෙසේ කිව හැකියි. ඉතාම අධික ඝෝෂාවක් තිබෙන පරිසරයක් ගැන සිතන්න (සංගීත සංදර්ශනයක්, කර්මාන්තශාලාවක් තුළ ආදී). දැන් තව කෙනෙකුට යමක් පවසන විට, ඔබට සිදු වෙනවා ඉතාම උස් දැඩි හඬකින් කතා කිරීමට (එනම් ඔබේ හඬ ප්‍රබල කිරීමට). ඝෝෂාවට සාපේක්ෂව හඬ ප්‍රබල නම්, ඝෝෂාව තිබුණත් ඔබට අවශ්‍ය පණිවුඩය ඔහුට කිය හැකියි නේද?

ඉන්පුට් පෝට් එකේ හා අවුට්පුට් පෝට් එකේද මෙලෙස ඝෝෂාව (නොයිස්) සංඥාවට එකතු වේ. නොයිස් ෆිගර් යනු අවුට්පුට් පෝට් එකේ ලැබුණු SNR අගය හා ඉන්පුට් පෝට් එකේ ලැබුණු SNR අගය අතර අනුපාතයයි. තවත් විදියකින් කියතොත්, නොයිස් ෆිගර් එකෙන් කියන්නේ සංඛ්‍යාත මිශ්‍රකය විසින් සංඥාවට අමුතුවෙන් එකතු කළ නොයිස් ප්‍රමාණයයි.

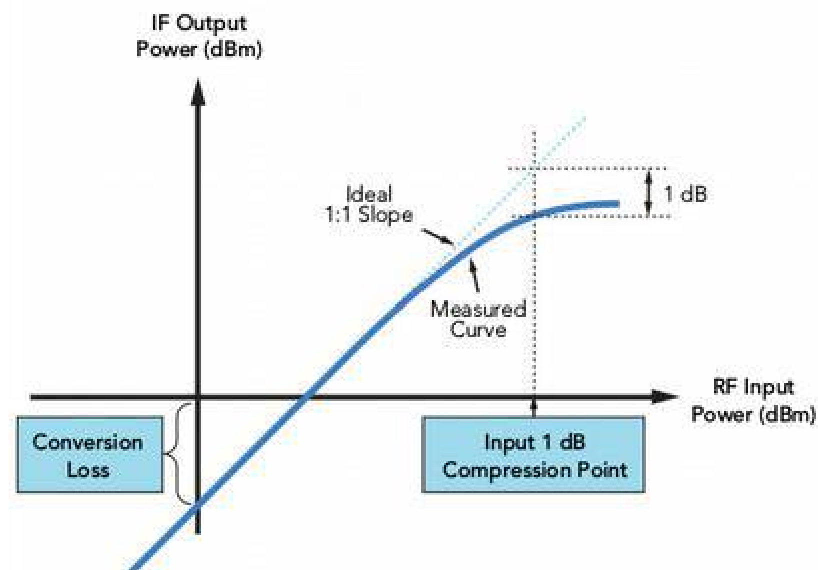
6. 1dB compression - මෙය මිශ්‍රකයේ රේඛීය ක්‍රියාකාරිත්වය පිළිබඳ අදහසක් ලබා දෙන මිනුම් දණ්ඩකි. සාමාන්‍යයෙන් පරිපූර්ණ (ideal) මිශ්‍රකයක් පූර්ණ රේඛීය වේ. එනම්, ඉන්පුට් කරපු සංඥාවේ ජවයට අනුලෝමව හා රේඛීයව අවුට්පුට් සංඥාවේ ජවය පවතී. එහෙත් සැබෑ මිශ්‍රක පරිපූර්ණ නොවේ. ඊට හේතුව මිශ්‍රක සාදන්නේම අරේඛීය උපාංගයක් විසිනි. ඉතිං ඉන්පුට් කරන සංඥාවේ ජවය සමග රේඛීය අන්දමින් අවුට්පුට් සංඥාවේ ජවය පිහිටන්නේ නැත. විශේෂයෙන් ඉන්පුට් සංඥාවේ ජවය වැඩි වන්නට වන්නට රේඛීය බව අඩු වෙනවා (ඒ කියන්නේ ලාජ් සංඥාවලදී අරේඛීය බව වැඩි වෙනවා).

මෙහිදී සලකා බලන්නේ RF සංඥාවයි. LO සංඥාව හැමවිටම නියත විස්තාරයකින් පැවතියත්, RF සංඥාවේ විස්තාරය හා සංඛ්‍යාතයන් හැමවිටම වෙනස් විය හැකියි. ඉතිං එම සංඥාවේ ජවය තමයි කාලයත් සමග නිරන්තරයෙන්ම වෙනස් වන්නේ. එවිට රේඛීය/අරේඛීය බව නිතර වෙනස් විය හැකියි.

මෙම 1dB compression නම් මිනුම් දණ්ඩෙන් කියන්නේ අවුට්පුට් (RF) සංඥාව කන්වර්ෂන් ලොස් ලෙස ඩෙසිබල් 1 කින් ජවය හානි වීම සඳහා ලබා දිය යුතු ඉන්පුට් (RF) සංඥාවේ ජව ප්‍රමාණය කොපමණ විය යුතුද යන්නයි.

පහත රූපමය ආකාරයෙන් මෙය දැක්වේ. කුඩා සංඥා සඳහා (එනම් RF ජවය කුඩා අවස්ථාව) RF ජවය (x අක්ෂයෙන් නිරූපණය වේ) වැඩි කරගෙන යන විට, අවුට්පුට් ජවය (y අක්ෂයෙන් නිරූපණය වේ) වැඩි වන්නේ දළ වශයෙන් රේඛීය ආකාරයටයි. එහෙත් යම් මොහොතකට පසුව රේඛීයව වැඩි වීම ඇන හිට ප්‍රස්ථාරය වක්‍ර වේ. මෙලෙස වක්‍ර වීම ආරම්භ වූවාට පසුත් තව තවත් ඉන්පුට් RF ජවය වැඩි කරගෙන යන විට වක්‍ර වීම තව තවත් වැඩි වේ. රේඛීයව ගමන් කළා නම් තිබිය යුතු ප්‍රස්ථාරය තිත් ඉරිවලින් දැක්වේ. ඉතිං මෙම වක්‍ර වූ සංඥාව හා එම කඩ ඉර අතර වෙනස 1dB වන අවස්ථාව තමයි 1dB compression ලෙස සලකන්නේ.

ජවයේ 1dB වෙනසක් යනු 10% ක වෙනසකි. උදාහරණයක් ලෙස රේඛීයව ගමන් කළා නම් මිලිවොට් 10 ක් ලෙස අවුට්පුට් වීමට තිබුණත්, වක්‍ර වීම නිසා (අරේඛීය හැසිරීම නිසා) එය මිලිවොට් 9 ක් ලෙස සටහන් වන අවස්ථාව (එනම් 10% ක වෙනසක් පෙන්නුම් කරන අවස්ථාව) 1dB compression point එක වේ.



කිසිවිටක මෙම පොයින්ට් එක දක්වා RF සංඥාවේ සංඥාව ප්‍රබල වීමට ඉඩ නොතැබිය යුතුයි. එසේ වුවෙත්, ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස් අති විශාල සංඥාවක් බිහිවනු ඇත (එවිට එය සෝෂාවට හා ශක්ති හානියට හේතු වනු ඇත).

7. RF mixer impedance - මිශ්‍රකයකට සංඥා ඉන්පුට් කිරීම හා ඉන් සංඥා අවුට්පුට් වීමද සිදු වෙනවනෙ. ඉතිං එලෙස ඉන්පුට් කරන පරිපථ හා අවුට්පුට් සිග්නල් ලබා ගන්නා පරිපථ කොටස්වල සම්බාධකයන් පවතී. මික්සර් එකේ ඉන්පුට් හා අවුට්පුට් පෝට්වල සම්බාදකයන් එම පරිපථ කොටස් සමග මැච් කළ යුතුය.

මීටත් අමතරව තවත් සාධක තිබිය හැකියි මික්සර් පරිපථ සඳහා. ඉහත සලකා බැලුවේ ප්‍රධාන ඒවාය. මිශ්‍රණය කිරීමට යොදා ගන්නා අරේඛීය උපාංගයේ ස්වභාවය අනුව මිශ්‍රක වර්ග දෙකකට බෙදෙනවා.

1. **passive mixer** - මෙහිදී diode යොදා ගැනේ. මෙහිදී සංඥා මිශ්‍ර වීමට අමතරව මිශ්‍ර වී අවුට්පුට් වන සංඥාවල විස්තාරයන් හායනය වේ (ඒ කියන්නේ මෙවැනි මිශ්‍රකයකින් පිටත එන සංඥාව දුර්වල මට්ටමකයි තිබෙන්නේ). තවද ඩයෝඩ යොදා ගෙන සාදන මිශ්‍රක පරිපථවල ඇත්තේ අඩු සම්බාධක අගයන්ය (මොකද ඩයෝඩ පෙර නැඹුරු වූ විට ඇත්තේ ඉතා අඩු ඕම් ගණනකි).

2. **active mixer** – transistor බහුලව යොදා ගැනේ. සංඥා මිශ්‍ර වීමට අමතරව, අවුට්පුට් සංඥාව තවදුරටත් වර්ධනය වීමක්ද මෙහි සිදු වේ. මෙම මිශ්‍රකවල සම්බාධක අගය වැඩිය. පැසිව් මික්රසරයට වඩා හොඳය.

ඉන්පුට් සංඥා හා අවුට්පුට් සංඥා අතර ඇති වන සම්බන්ධතාව අනුවද මිශ්‍රක පරිපථයක් වර්ග (topology) දෙකකට බෙදිය හැකියි. මෙහිදී ඉහතදී කතා කළ මිශ්‍රකවල අයිසොලේෂන්, නොයිස් ෆිගර්, කන්වර්ෂන් ලොස් ආදී ගතිගුණ විවිධ වේ. සමහර ආකාර ඉතාම සරල වුවත්, ගතිගුණ එතරම් හොඳ නැත. ගතිගුණ හොඳ ඒවායේ සංකීර්ණබව වැඩිය.

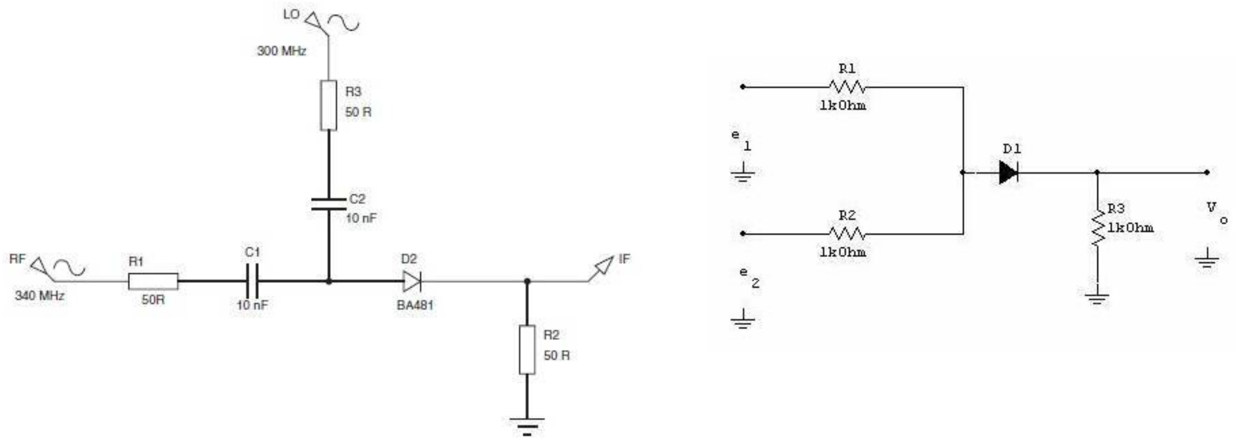
1. **unbalanced mixer – single ended mixer** ලෙසද මෙය හැඳින්වේ. සරල හා වියදම් අඩුය. බොහෝවිට ගුණාත්මක බවින්ද අඩුය. වැඩි සංඛ්‍යාත පරාසයක් සපෝට් කරන මික්සර් සාදා ගත හැකි වීම වාසියකි. සාමාන්‍යයෙන් ඉන්පුට් කරපු සංඥා දෙකත් අවුට්පුට් එකෙන් පිටවීම මෙහි ඇති දුර්වලකමකි. එහෙත් සුදුසු ෆිල්ටර් පරිපථ කොටස් යොදා මෙය අවම කරගත හැකියි. ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස් විශාල ගණනක් අවුට්පුට් වීමට මෙහි ඇති දුර්වලකමකි (ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස් ගණන වැඩි වන්නට වන්නට මිශ්‍රකයේ කොලිටිය අඩු වේ). එයද අවම කර ගත හැකියි සුදුසු ෆිල්ටරයක් යොදා IF සංඥාව පමණක් අවුට්පුට් වීමට සැලැස්වීමෙන්.

2. **balanced mixer** - මෙහි උපපරිපථ වර්ග කිහිපයක් ඇත.

i. **single balanced mixer** (SBM) - ඉන්පුට් සිග්නල් දෙකෙන් එකක් අනිවාර්යෙන්ම මිශ්‍රකය තුළදී ඉවත් කර දමනවා (බොහෝවිට එය LO සිග්නල් එකයි).

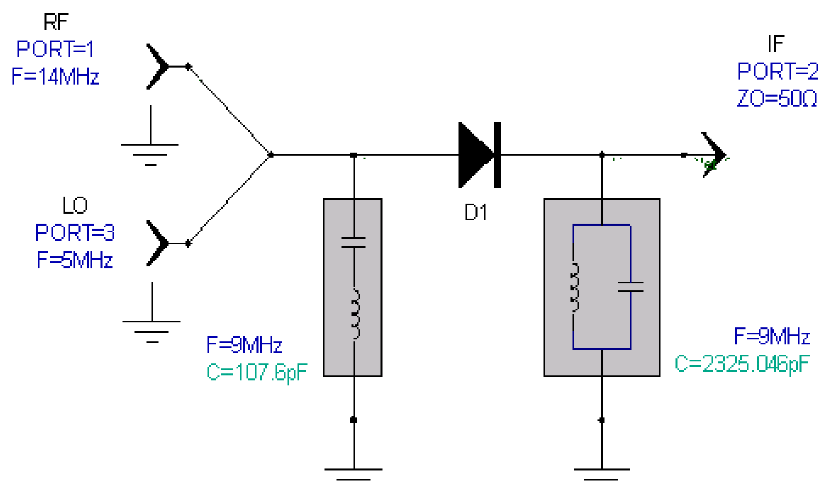
ii. **double balanced mixer** (DBM) - ඉන්පුට් සිග්නල් දෙකම කපා හැරේ. මෙය තමයි වඩාත්ම හොඳම මික්සර් එක වගේම වඩාත්ම සංකීර්ණම මික්සර් එකත්.

ඩයෝඩයක් යොදා ගෙන සරල සංඛ්‍යාත මිශ්‍රක සාදා ගන්නා අයුරු දැන් බලමු. ඩයෝඩයක් හරහා සංඥා දෙකක් යැවූ විට ඉබේම සෑදෙන්නේ සංඛ්‍යාත මිශ්‍රකයකි. පහත දැක්වෙන්නේ අන්බැලන්ස්ඩ් මික්සර් පරිපථ දෙකකි. එක් ඩයෝඩයකින් පමණක් අන්බැලන්ස්ඩ් මිශ්‍රකයක් සාදා ගත හැකි බව පේනවා නේද?



ඉහත පරිපථ දෙකෙහි ඇත්තේ සුලු වෙනසකි. දෙවැනියට ඇති පරිපථය ඉතාම සරලම මිශ්‍රක පරිපථයයි. කොලිටිය ඉතාම අඩුය. ඉන්පුට් අග්‍ර දෙක එකිනෙකට රෙසිස්ටර් හරහා සෘජුවම සම්බන්ධ නිසා අයිසොලේෂන් එක සුලු ප්‍රමාණයක් තිබේ (මොකද ඉන්පුට් සංඥා ඩයෝඩය හරහා යෑමට කැමැත්තක් දක්වනවා ඩයෝඩයේ ප්‍රතිරෝධය යොදා ඇති ප්‍රතිරෝධක දෙකෙහි ප්‍රතිරෝධයන්ට වඩා අඩු නිසා). දෙවැනි පරිපථය ඊට වඩා ටිකක් හොඳයි. ඉන්පුට් සංඛ්‍යාත දෙක ධාරිත්‍රක හරහා ඉන්පුට් කෙරේ. එමඟින් තව දුරටත් අයිසොලේෂන් එක ශක්තිමත් වේ. මෙම පරිපථ දෙකෙහි ඇති තවත් දෝෂයක් නම්, ඩයෝඩයට ඕනෑම සංඛ්‍යාතයක් සහිත සංඥාවක් ඉන්පුට් පෝට් දෙක හරහාම ඇතුලු විය හැකි වීමයි. එය විශාල ප්‍රශ්නයකි මොකද අවුට්පුට් කරන IF සංඛ්‍යාතයට සමාන සංඥාවකුත් ඉන්පුට් විය හැකියි සාමාන්‍ය සංඛ්‍යාතයන් සමගම. එවිට, එම සංඥාව මිශ්‍රකය තුළ අලුතින් සෑදෙන IF සංඛ්‍යාතය සහිත සංඥාව සමග මිශ්‍ර වී විකෘති වෙච්ච IF සංඥාවක් අවුට්පුට් වීමට හේතු වේ. තවද, IF සංඛ්‍යාතයට අමතරව ඉන්පුට් සංඛ්‍යාත දෙකත් ඒවායේ නොයෙකුත් ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස්ද අවුට්පුට් වීම මෙම පරිපථ දෙකෙහි තවත් අවාසියකි.

එම අවාසි එසේ තිබුණත්, එම පරිපථ දෙකම මිශ්‍රකයක් වශයෙන් ක්‍රියාත්මක වෙනවා. එහි තිබූ ගැටලු දෙකක් අවම කරමින් පහත ආකාරයට ඉහත පරිපථයම සකස් කළ හැකියි.



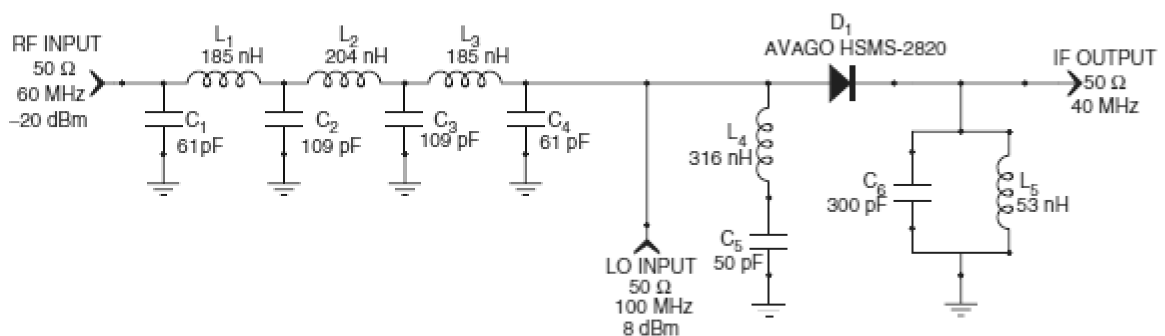
බලන්න ඉහත පරිපථයේ LO හා RF පෝර්ට් දෙක නිකංම එකට කනෙක්ට කර ඒ දෙක ඔස්සේ එන සංඥා දෙක එකවර ඩයෝඩය වෙතට යොමු කර තිබෙනවා. ඒ කියන්නේ එම පෝර්ට් දෙක අතර කිසිදු අයිසොලේෂන් එකක් නැත. එනම් අයිසොලේෂන් ගැටලුව තවමත් මෙම පරිපථයේ තිබේ. එනමුත්, ඉහත පරිපථවල මෙන් සුදුසු රෙසිස්ටර් (හා කැප්) ඉන්පුට් කොටස් දෙකට යෙදීමෙන් මෙම අයිසොලේෂන් එක තරමක් වැඩි කර ගතද හැකියි.

මෙහි ශ්‍රේණිගත අනුනාද පරිපථයක් (ෆිල්ටරයක්) තිබෙනවා. එහි අනුනාද සංඛ්‍යාතය IF සංඥාවට සෙට් කරලයි තිබෙන්නේ. එවිට, LO, RF පෝර්ට් දෙකෙන් මෙම IF සංඛ්‍යාතයට සමාන සංඛ්‍යාතයක් සහිත සංඥා ඇතුලුවන්නට උත්සහ කළොත් එය ඩයෝඩයට ඇතුලුවන්නට පෙර ග්‍රවුන්ඩ් කර දමනවා. සෑම මික්සර් පරිපථයක මෙවැනි ෆිල්ටර් වීමක් සිදු විය යුතුමය. එනම්, මික්සර් එකෙන් සාදා ගනු ලබන IF සංඛ්‍යාතයට සමාන සංඛ්‍යාතයන් ඊට ඉන්පුට් වීමට ඉඩ නොදිය යුතුය (එසේ ෆිල්ටර් නොකළොත්, මික්සර් පරිපථයෙන් සාදා ගනු ලබන IF සංඛ්‍යාත සංඥාව මෙලෙස හොරෙන් ඇතුලු වන එම සංඛ්‍යාතයම සහිත සංඥාව නිසා අවුල් වී යයි).

තවද, මෙහි සමාන්තරගත අනුනාද පරිපථයක්ද තිබෙනවා. එහි අරමුණ IF සංඛ්‍යාතය හැර සෙසු සියලු සංඛ්‍යාතයන් අවුට්පුට් වෙන්නට ඉඩ නොදී ග්‍රවුන්ඩ් කිරීමයි. අවුට්පුට් වීමට අවශ්‍ය IF සංඥාව පමණයිනෙ. ඉතිං අනෙක් සංඛ්‍යාතයන් භූගත කිරීම හොඳ පුරුද්දකි.

ප්‍රායෝගිකව යම් ගැටලුවක් මෙහි තවමත් ඇත. සාමාන්‍යයෙන් ඉන්පුට් සංඥා දෙකෙන් එකක් හෝ වැඩි ජවයකින් යුක්තය (විශේෂයෙන්ම LO සංඥාව). ඉතිං මෙම සංඥාව ප්‍රබල නිසා, අවුට්පුට් එකේ යොදා ඇති ෆිල්ටර් කොටසින් පෙරා දැමුවත් එය සම්පූර්ණයෙන්ම ෆිල්ටර් වන්නේ නැත.

ඉහත පරිපථ දෙකටම වඩා දියුණු අන්බැලන්ස්ඩ් මිශ්‍රක පරිපථයක් පහත දැක්වේ. මෙහි ෆිල්ටර් දෙකට අමතරව, RF හා LO අතර ඉතා හොඳ අයිසොලේෂන් එකක් ඇති කර තිබෙනවා කොයිල් හා කැප් යෙදීමෙන්.



මේ ආදී ලෙස ඩයෝඩයක් යොදා ගෙන මිශ්‍රකයක් සෑදෙන අයුරු දැන් ඔබට සිතා ගත හැකියිනෙ. ඇත්තෙන්ම ඉහත පරිපථවල තිබෙන එක් දෝෂයක් ඉවත් කිරීමට ඉතා අපහසුය (නැතිනම් එය ඉවත් කිරීම වියදම් සහිතයි). අපට අවශ්‍ය IF සංඥාවට අමතරව ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස් විශාල ගණනක් ඇති වන බව දැන් ඔබ දන්නවා. මෙම ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස් අතරේ තිබෙනවා IF සංඛ්‍යාතයට බොහෝ ළඟින් යන ඒවාත්. (විශේෂයෙන්ම ($2f_1$-f_1) හා ($2f_2$-f_1) යන third order product terms වලින් පරිස්සම් විය යුතුය.)

උදාහරණයක් ලෙස අපට අවශ්‍ය IF සංඛ්‍යාතය 400KHz නම්, වෙනත් ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස් සෑදිය හැකියි 430KHz, 380KHz ආදි ලෙස සංඛ්‍යාතයන් පවතින. ඉතිං ෆිල්ටර් කොටස් යෙදුවත් එම ෆිල්ටර්වලින් එම IF සංඛ්‍යාතයට ළඟින් යන සංඛ්‍යාතත් රිංගා යනවා. මෙය අහිතකර තත්වයක්නෙ. මෙය වැලැක්වීමට නම් ඉතාම අනර්ඝ තත්වයේ ෆිල්ටර් යෙදීමට සිදු වෙනවා; එය වියදම් සහගතයි. අන්බැලන්ස්ඩ් මික්සර්වල එම දුර්වලතාවත් නොසලකා හැරිය නොහැකිය.

LO සංඥාව අවුට්පුට් වීමටත්, අනවශ්‍ය ප්‍රඩක්ට් ටර්ම්ස් ඇතිවීමටත් පිළියම් ලෙස තමයි බැලන්ස්ඩ් මික්සර් නිර්මාණය කරගෙන තිබෙන්නේ. මෙවැනි බැලන්ස්ඩ් මික්සර් එකක අරමුණ වන්නේ හැකි පමණ ඉන්පුට් සංඛ්‍යාතයන් මිශ්‍රකය තුළදීම උපක්‍රමශීලීව උදාසීන වී යෑමට (balance out) හැකි පරිදි පරිපථය සකස් කිරීමයි. මෙහිදී උදාසීන වී යනවා යනුවෙන් ඇත්තටම සිදු වන්නේ එම ඉන්පුට් සංඥාවල ජවයන් ඉතාම අඩු මට්ටමක් දක්වා මිශ්‍රකය තුළ අඩු කිරීමයි. මෙවැනි බැලන්ස් වීමක් නැති නිසයි ඉහත පරිපථ අන්බැලන්ස්ඩ් කියා හඳුන්වන්නේ.

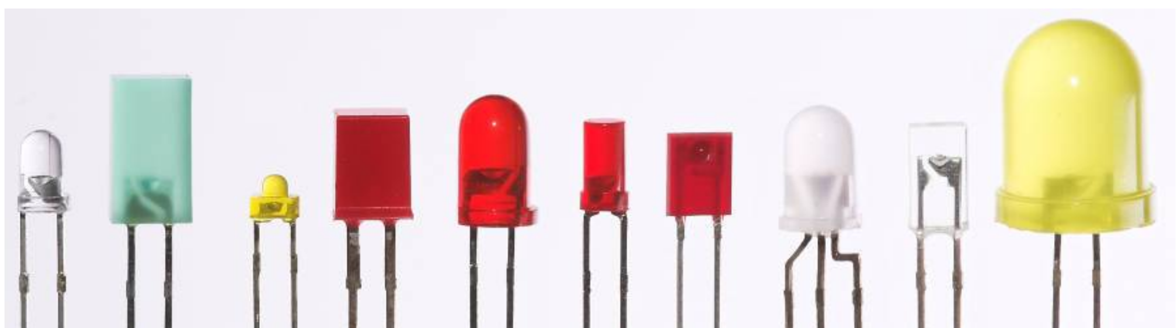
ඇත්තටම සංඛ්‍යාත මිශ්‍රක පරිපථ සෑදිය හැකි ආකාර විශාල සංඛ්‍යාවක් ඇත. ඩයෝඩවලින් සාදා ගන්නා මිශ්‍රකවලට වඩා ට්‍රාන්සිස්ටර්වලින් සාදා ගන්නා මිශ්‍රක කොලිටියෙන් වැඩිය. ඒ හැරත්, සංඛ්‍යාත මිශ්‍රක වෙනම උපාංග ලෙස මිලට ගතද හැකියි. මිශ්‍රක හා ඒ ආශ්‍රිතව වෙනම දැනගත යුතු ගැඹුරු කරුණු රාශියක් ඇති බැවින් වැඩිදුරටත් මිශ්‍රක ගැන මෙම පොතෙන් කතා කරන්නට යන්නේ නැත.

විශේෂ ඩයෝඩ වර්ග

මෙතෙක් අප කතා කළා ඩයෝඩ වර්ග කිහිපයක් ගැන (රෙක්ටිෆයර්, පවර් ඩයෝඩ, සිග්නල් රෙක්ටිෆයර්, ස්විචිං ඩයෝඩ ආදී). දැන් සොයා බලමු විශේෂිත ගතිගුණ සහිත ඩයෝඩ වර්ග ගැන. විශේෂිත ඩයෝඩ වර්ග විවිධ විසිතුරු නම්වලින් ඇත.

LED

ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ (Light Emitting Diode) යනුද ඩයෝඩයකි (පීඑන් සන්ධියකි). විශේෂත්වය වන්නේ මෙහිදී සන්ධිය පෙර නැඹුරු කළ විට, යම් ආලෝකයක් පිට වීමයි.



සටහන
ආලෝකය අපට හොඳට හුරුපුරුදු දෙයකි. ආලෝකය යනු ශක්තියකි. තවද, විද්‍යාත්මකව ආලෝකය යනු විද්‍යුත් චුම්භක තරංග වර්ගයකි. එනිසා ඊට සංඛ්‍යාතයක් (frequency – f) හා තරංග ආයාමයක් (wavelength – λ) ඇත. සියලුම විද්‍යුත් චුම්භක තරංග ආලෝකයේ වේගය (speed of light – c) නම්

නියත වේගයෙන් ගමන් කරයි. රික්තයක් තුළ ආලෝකයේ වේගය දළ වශයෙන් තත්පරයට කිලෝමීටර් 300,000 කි. එහෙත් වීදුරු ආදී විවිධ මාධ්‍ය තුලින් ගමන් කරන විට, මෙම වේගය අඩු වේ. ද්‍රව්‍යය අනුව (එනම්, ද්‍රව්‍යයේ වර්තනාංකය අනුව) එම වේගය තීරණය වේ. ආලෝකයේ වේගය, තරංග ආයාමය, හා සංඛ්‍යාතය අතර පහත ආකාරයේ සම්බන්ධතාවක් පවතිනවා.

$c = f\lambda$

රතු, කොල, නිල් ආදී වචනවලින් ආලෝකය ගැන කතා කරන්නට අප පුරුදුව සිටියත් විද්‍යාත්මකව ලෝකයේ එය ප්‍රමාණවත් නොවේ. උදාහරණයක් ලෙස, රතු කියා කියූ විට කොච්චර නම් රතු පාට වර්ග තිබෙනවාද කියා ඔබම සිතා බලන්න. එනිසා වර්ණාලෝක (හා සියලුම විද්‍යුත් චුම්භක කිරණ වර්ග) නිශ්චිතව පැවසීමට අවශ්‍ය නම් එහි සංඛ්‍යාතයෙන් හෝ තරංග ආයාමයෙන් පැවසිය යුතුය.

c යනු නියත පදයක් නිසා, සංඛ්‍යාතය හා තරංග ආයාමය යන දෙකෙන් කුමක් දැනගත්තත් අනෙක් රාශිය පහසුවෙන්ම ගණනය කළ හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස, තරංග ආයාමය නැනෝ මීටර් 500 නම්, එම වර්ණයේ සංඛ්‍යාතය වන්නේ, $300{,}000{,}000/0.0000005 = 6\times10^{14}$ Hz හෙවත් ටෙරාහර්ට්ස් 600 කි (ආලෝකයේ වේගය තත්පරයට මීටර් ලෙස සූත්‍රයට ආදේශ කළ යුතුය). සාමාන්‍යයෙන් ආලෝකය, අධෝරක්ත, හා පාරජම්බූල කිරණ යන තුන තරංග ආයාමයෙන් තමයි හඳුන්වන්නේ (සංඛ්‍යාතයෙන් හැඳින්විය හැකි වුවත්). තරංග ආයාමය හා සංඛ්‍යාතය එකිනෙකට විරුද්ධවාදී රාශීන් වේ (එකක් අඩු වන විට අනෙක් වැඩි වේ; එනම් f හා λ එකිනෙකට ප්‍රතිලෝමව සමානුපාතික වේ).

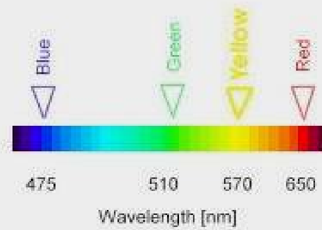
සාමාන්‍යයෙන් ඇසට පෙනෙන විශාලතම තරංග ආයාමය සහිත (එනම් අඩුම සංඛ්‍යාතය සහිත) වර්ණය රතු වන අතර, කුඩාතම තරංග ආයාමය (විශාලතම සංඛ්‍යාතය) ඇත්තේ දම් වර්ණයටයි. රතු සිට දම් දක්වා වර්ණ පරාසයක් අපට පෙනේ (දේදුන්නේ ඇති වර්ණ පිළිවෙලින්). රතු වර්ණයේ සංඛ්‍යාතයට අඩු සංඛ්‍යාතයන් සහිත විද්‍යුත්චුම්භක කිරණ කලාපයක් **අධෝරක්ත (infrared - IR)** ලෙසද, දම් (ජම්බූල) වර්ණයේ සංඛ්‍යාතයට වඩා වැඩි සංඛ්‍යාතයන් සහිත විද්‍යුත්චුම්භක කිරණ කලාපයක් **පාරජම්බූල (ultraviolet - UV)** ලෙසද හැඳින්වේ. මේ ආදී ලෙස විවිධ සංඛ්‍යාත කලාපයන් විවිධ නම්වලින් හැඳින්වෙන අතර, අපට මෙහිදී අවශ්‍ය කලාප තුන ගැන පමණයි මේ කෙටියෙන් හැඳින්වූයේ.

විද්‍යුත්චුම්භක කිරණයක සංඛ්‍යාතය වැඩිවන විට, එම කිරණය සතු ශක්තියද වැඩි වෙනවා. ඒ කියන්නේ අධෝරක්ත කිරණයකට වඩා ඕනෑම වර්ණ කිරණයක ශක්තිය වැඩියි. වර්ණ අතුරින් රතු වර්ණ කිරණයකට වඩා කොල වර්ණ කිරණයක ශක්තිය වැඩියි. කොල වර්ණයට වඩා නිල් වර්ණයේ ශක්තිය වැඩියි (ඒ කියන්නේ දේදුන්නේ පාට පිළිවෙලින් ශක්තිය ක්‍රමයෙන් වැඩි වේ). මේ කතා කළ සියලු කිරණයන්ට වඩා පාරජම්බූල කිරණයක ශක්තිය වැඩියි. විද්‍යුත්චුම්භක කිරණයක සංඛ්‍යාතය හා ශක්තිය අතර පහත ආකාරයේ සම්බන්ධයක් ඇත (මෙය ප්ලාන්ක් නියමය වේ).

$E = hf$ (E යනු එක් කිරණයක ශක්තියයි; $h = 6.625\times10^{-34}$; f යනු කිරණයේ සංඛ්‍යාතයයි)

මෙම සූත්‍රයම සංඛ්‍යාතය වෙනුවට තරංග ආයාමය ආදේශ කර $E=hc/\lambda$ ලෙසද ලිවිය හැකියි. මේ අනුව උදාහරණයක් ලෙස ටෙරාහර්ට්ස් 600 කිරණයක ශක්තිය $hf = (6.625\times10^{-34})\times(6\times10^{14}) = 4\times10^{-19}$ J වේ. මෙම ශක්ති ප්‍රමාණය ඉතා කුඩාය. ඊට හේතුව මෙය එක් කිරණයක ශක්තිය පමණි (සාමාන්‍යයෙන් "කිරණ" යන වචනය නොකියා **"ෆෝටෝනය" (photon)** යන වචනය අප භාවිතා කරනවා). ගිනිකූරක් පත්තු කළත්, ඉන් ෆෝටෝන ට්‍රිලියන ලක්ෂ ගණනක් නිකුත් වෙනවා. එතකොට එක ෆෝටෝනයක ශක්තිය ෆෝටෝන ගණනින් වැඩි කළ විට නිකුත් කරන ආලෝකයේ මුලු ශක්තිය ලබා ගත හැකියි (මේ විදියටයි ආලෝකයේ ශක්තිය ගණනය කරන්නේ). පහත

දැක්වෙන්නේ ප්‍රධාන විකිරණ කිහිපයක තරංග ආයාම පරාසයන්ය.



අධෝරක්ත – 700 nm සිට 1 mm දක්වා
තැඹිලි - 590 nm
කොල - 510 nm
පාරජම්බුල – 400 nm සිට 10 nm දක්වා

රතු - 650 nm
කහ - 570 nm
නිල් - 475 nm

රතු වර්ණයේ තරංග ආයාමය නැනෝමීටර් 650 ලෙස දැක්කුවත්, ඇත්තෙන්ම ඊට ආසන්න තරංග ආයාම සියල්ලම රතු තමයි (එහෙත් විවිධ වර්ගයේ රතු). අප ඒ සියල්ලටම රතු යැයි පැවසුවත් ඒවායේ තරංග ආයාම එකිනෙකට වෙනස් නිසා තමයි, විද්‍යාතාක්ෂණයේදී තරංග ආයාමවලින් වර්ණ හඳුන්වන්නේ.

සුදු ආලෝකය ගැන කතා කිරීමේදී තරංග ආයාමයක් ගැන සඳහන් කළ නොහැකියි. ඊට හේතුව සුදු යනු තනි වර්ණයක් නොව රතු, කොල, නිල් යන මූලික වර්ණ තුනේ මිශ්‍රණයකි. එසේත් නැතිනම් එක් ද්විතියක වර්ණයක හා ඊට ගැලපෙන එක් ප්‍රාථමික වර්ණයක මිශ්‍රණයකි (උදාහරණ ලෙස, කහ සහ නිල්). එනිසා, සුදු ආලෝකය ගැන කතා කිරීමේදී තරංග ආයාමය (හෝ සංඛ්‍යාතය) වෙනුවට, කෙල්වින් (Kelvin – K) යන ඒකකය භාවිතා වෙනවා. ඔබ දන්නවා කෙල්වින් යනු උෂ්ණත්වය මනින සම්මත ඒකකය කියා. ඔව්, එම උෂ්ණත්වය මනින කෙල්වින් ඒකකයමයි මෙහිදී භාවිතා වන්නේ.

කෙල්වින්වලින් උෂ්ණත්වය මනින විට නම්, කෙල්වින් අගය වැඩි වෙනවා යනු උෂ්ණත්වය වැඩි වෙනවා කියන එකනෙ. සුදු ආලෝකය ගැන පැවසීමේදී කෙල්වින් අගය අඩු වෙනවා යනු සුදු ආලෝකයේ "උණුසුම්බව" වැඩි වීම ලෙස සලකනවා (warm white). කෙල්වින් අගය වැඩි වේගෙන යන විට, සුදු ආලෝකයේ උෂ්ණත්වය අඩු වේ (cool white). ඒ කියන්නේ මෙහිදී ආලෝකය හා උෂ්ණත්වය අතර ඍජු සම්බන්ධතාවක් නැත (මොකද වර්ණයකට උෂ්ණත්වයක් කියා දෙයක් නැත).

රතු පාට, කොල පාට, කහ පාට ආදී ලෙස එල්ඊඩී ලබා ගැනීමට හැකි වුවත්, ඇත්ත වශයෙන්ම එම එල්ඊඩීවලින් පිට කරන වර්ණයේ තරංග ආයාමයෙන් තමයි එම එල්ඊඩී හැඳින්විය යුත්තේ. ඒ අනුව පහත තරංග ආයාමවලින් යුත් එල්ඊඩී ඇත. තව තවත් තරංග ආයාම අලුතින් නිරන්තරයෙන් එකතු වේ.

Wavelength (nm)	Color Name	Fwd Voltage (V_f @ 20mA)
940	Infrared	1.5
880	Infrared	1.7

850	Infrared	1.7
660	Ultra Red	1.8
635	High Efficiency Red	2.0
633	Super Red	2.2
620	Super Orange	2.2
612	Super Orange	2.2
605	Orange	2.1
595	Super Yellow	2.2
592	Super Pure Yellow	2.1
585	Yellow	2.1
4500K	"Incandescent" White	3.6
6500K	Pale White	3.6
8000K	Cool White	3.6
574	Super Lime Yellow	2.4
570	Super Lime Green	2.0
565	High Efficiency Green	2.1
560	Super Pure Green	2.1
555	Pure Green	2.1
525	Aqua Green	3.5
505	Blue Green	3.5
470	Super Blue	3.6
430	Ultra Blue	3.8

ඕනෑම පීඑන් සන්ධියකදී ඉලෙක්ට්‍රෝන හා සිදුරු එකිනෙකට උදාසීන වේ (recombine). ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් හා සිදුරක් එකිනෙකට රිකම්බයින් වීම නිසා යම් ශක්තියක් නිකුත් කෙරේ. මෙම ශක්තිය විද්‍යුත්චුම්භක විකිරණයක් (ෆෝටෝන) ලෙසයි පිට වන්නේ. මෙලෙස ඉලෙක්ට්‍රෝන-සිදුරු යුගල රිකම්බයින් වී විද්‍යුත්චුම්භක කිරණ (ෆෝටෝන) පිට කිරීම electroluminescence ලෙස හැඳින්වෙනවා (bioluminescence, sonoluminescence, fluorescence, incandescence ආදී ආලෝකය ජනිත වීමේ ක්‍රම කිහිපය අතුරින් ඉලෙක්ට්‍රොලුමිනසන්ස් යනු එකක් පමණි; එල්ඊඩී වල සිදුවන්නේ එයයි). ඉලෙක්ට්‍රෝන-සිදුරු ජෝඩුවක් රිකම්බයින් වීමෙන් පිටවන ශක්තියට ඉහත E=hf යන සූත්‍රය යෙදූ විට එසේ පිටවන විකිරණයේ සංඛ්‍යාතය සොයා ගත හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස, මෙම ශක්තිය $4x10^{-19}$J නම්, සංඛ්‍යාතය $E/h = 4x10^{-19}/6.625x10^{-34} = 600THz$ හෙවත් තරංග ආයාමය $c/f = 3x10^{8}/6x10^{14} = 500$ nm වන විකිරණයක්/ෆෝටෝනයක් ඉන් පිට වේ. මෙන්න මේ ආකාරයටයි ඩයෝඩයකින් විවිධ තරංග ආයාමවලින් යුත් විකිරණ පිට වන්නේ.

සටහන

ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් හා සිදුරක් එකිනෙකට රිකම්බයින් වීම නිසා ශක්තිය පිට වන්නේ ඇය? එය මෙසේ සිතිය හැකියි. පරමාණුවකින් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් ඉවත් කිරීමට (හෙවත් අයනීකරණය කිරීමට) හෙවත් ඉලෙක්ට්‍රෝන-සිදුරු යුගලක් සෑදීමට යම් ශක්තියක් පිටතින් ලබා දිය යුතුයි. එසේ නම්, ඊට විරුද්ධ දේ (එනම් නැවත එම ඉලෙක්ට්‍රෝනය සිදුර තුළට යෑම) සිදු වන විට ශක්තිය පිට කළ යුතුයි නේද?

එතකොට එසේ පිට වන විකිරණයේ/ෆෝටෝනයේ තරංග ආයාමය වෙනස් වන්නේ කෙසේද? එය තීරණය වන්නේ යොදා ගන්නා අර්ධසන්නායක ද්‍රව්‍ය හා ඒවායේ මාත්‍රණ මට්ටම් මතයි. සිලිකන් හා ජර්මේනියම් යොදාගෙන සාදන ඩයෝඩවලින් අපට ප්‍රයෝජනවත් තරංග ආයාම කිහිපයකින් යුත්

විකිරණ ලබා ගත නොහැකියි. එනිසා වෙනත් වර්ගවල අර්ධසන්නායක සොයාගත යුතු වෙනවා. මින් අදහස් කරන්නේ එක් එක් තරංග ආයාමය සඳහා වෙන වෙනම අර්ධසන්නායක සොයාගත යුතුයි කියාය. එහෙත් මෙය එතරම් පහසු නැත. අධෝරක්ත කලාපය, දෘෂ්‍යාලෝක කලාපය, පාරජම්බුල කලාපය යන තුනම තුළ කෝටි (හෝ අනන්ත) ගණනක තරංග ආයාමයන් පවතිනවා. එහෙත් ඉහත පෙන්වා දුන් පරිදිම අර්ධසන්නායක ද්‍රව්‍ය තිබෙන්නේ කුඩා ප්‍රමාණයකි. ඒ කියන්නේ දැනට එල්ඊඩී සාදා තිබෙන්නේ තරංග ආයාම කිහිපයක් සඳහා පමණයි.

මුලින්ම නිපදවූයේ රතු වර්ණයි (මීටත් පෙර අධෝරක්ත එල්ඊඩී නිපදවා තිබුණා). ඉන්පසු කොල වර්ණය සොයා ගත්තා. රතු හා කොල වර්ණ දෙක මිශ්‍ර වූ විට කහ වර්ණ සාදා ගත හැකියි. එහෙත් නිල් වර්ණය නිකුත් කරන එල්ඊඩී නිපදවීමට සෑහෙන්න කාලයක් පර්යේෂණ සිදු කරන්නට වුණා. 1993 දී ජපන් ජාතික ෂුජි නකමුරා විසින් නිල්පාට නිකුත් කළ හැකි අර්ධසන්නායකයක් නිෂ්පාදනය කළා (මීටත් කාලයකට උඩදී තවත් අය විසින් නිල් වර්ණය සාදා තිබුණත්, ඉන් අවශ්‍ය තරමේ හොඳ නිල් වර්ණයක් ලැබුණේ නැත). එනිසා රතු, කොල, නිල් යන මූලික වර්ණ තුනම දැන් තිබෙන නිසා, ඉන් සුදු වර්ණය සාදා ගැනීමට හැකි වූවා (**White LED - WLED**). මෙය විශාල ජයග්‍රහණයක්. ගෙවල් ආදිය ආලෝකමත් කරන බල්බ (සුදු එල්ඊඩී) නිපදවන්නට හැකි වූයේ මේ නිසාය. මෙම නිල් පාට නිකුත් කරන අර්ධසන්නායක ද්‍රව්‍යය සොයා ගැනීම වෙනුවෙන් 2014 වර්ෂයේ භෞතික විද්‍යාව සම්බන්ධයෙන් පිදෙන නොබෙල් ත්‍යාගය පවා නකමුරාට ලැබුණා.

ඇසට පෙනෙන වර්ණවලට අමතරව, ඇසට නොපෙනෙන අධෝරක්ත හා පාරජම්බුල කිරණ නිකුත් කරන එල්ඊඩී පවා නිපදවා තිබෙනවා. අධෝරක්ත පිට කරන LED ඉතාම ප්‍රචලිතව ටීවී (හෝ වෙනත්) රිමෝට් කන්ට්‍රෝලර්වල භාවිතා වේ. අධෝරක්ත ඉල්ඊඩී **IR LED** හෝ **IRED** ලෙස හැඳින්වේ. ඇසට පෙනුනත් නැතත් ඉහත කියා දුන් ක්‍රමයට තමයි මේ මොන කිරණයත් නිපදවෙන්නේ. ඒ ඒ තරංග ආයාමයන් නිකුත් කරන අර්ධසන්නායක ද්‍රව්‍ය සොයා ගැනීම නිසයි මෙය කළ හැකිව තිබෙන්නේ. අධෝරක්ත හා පාරජම්බුල ඇසට නොපෙනෙන නිසා, ඒවාට වර්ණ කියා කිව නොහැකියි. එනිසා නැවත වරක් පැහැදිලි වෙනවා නේද ඇසට පෙනෙන නොපෙනෙන සියලු විද්‍යුත්චුම්භක කිරණ තරංග ආයාමයෙන් හැඳින්වීම සුදුසු බව?

සටහන
අධෝරක්ත කිරණ හා පාරජම්බුල කිරණ ඇසට නොපෙනේ නම් ඒවා පවතින බව තේරුම් ගන්නේ කෙලෙසද? ඇත්තටම මෙය සාධාරණ ප්‍රශ්නයක් වුවත් ඉතාම පහසුවෙන් පිළිතුරු සැපයිය හැකි එකකි. විද්‍යා තාක්ෂණ ලෝකයේ බොහෝ දේවල් අපට පෙනෙන්නේ හෝ ඇසෙන්නේ හෝ දැනෙන්නේ නැත. මිනිස් අවයවවලට නොදැනෙන දේවල් දැනගැනීමට හා මැනීමට ඕනෑ තරම් උපකරණ සාදා තිබෙනවා. උදාහරණයක් ලෙස, අපේ ඇඟේ කිසිම තැනකට රේඩියෝ සිග්නල් දැනෙන්නේ නැති වූවාට, ඔබේ සාක්කුවේ තිබෙන රේඩියෝව හෝ ෆෝන් එකට එම සංඥා ග්‍රහණය වෙනවා නේද?

ක්‍රියාකාරකමක් ලෙස මෙම සරල පර්යේෂණය සිදු කරන්න. අධෝරක්ත බල්බයක් දල්වන්න. මේ සඳහා අමුතුවෙන් අධෝරක්ත බල්බයක් අවශ්‍ය නොවේවි මොකද ටීවී රිමෝට් කන්ට්‍රොලර් එකේ ඉදිරියෙන් තිබෙන්නේද අධොරක්ත බල්බයක් බැවින් එයද මේ සඳහා යොදා ගත හැකියි. දැන් එම බල්බය දල්වා (එනම් රිමෝට් කන්ට්‍රෝලරයේ බටන් එකක් ඔබාගෙන සිටින්න), එය ඔබේ ඇසින් බලන්න. කිසිදු ආලෝකයක් ඔබට නොපෙනේ. එහෙත් ෆෝන් එකේ කැමරාවකින් හෝ වෙනත් ඩිජිටල් කැමරාවකින් එම බල්බය බලන්න. කැමරාව තුලින් බලන විට, ආලෝකයක් පෙනේවි. ඊට හේතුව ඔබේ ඇස අධෝරක්ත ආලෝකයට සංවේදී නොවූවත්, කැමරාවේ සෙන්සර් එක ඊට සංවේදී

වේ. ඇත්තටම මෙම ක්‍රමයට තමයි රෑට පෙනෙන කන්නාඩි/කැමරා (night vision) ආදිය තනා තිබෙන්නේ.

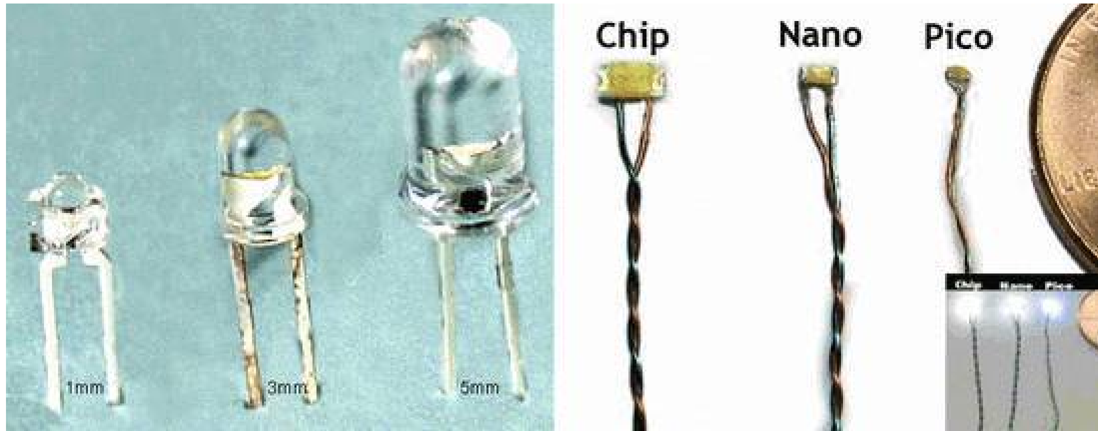
විවිධ තරංග ආයාමයන්ගෙන් යුතු කිරණ පිට කිරීමට විවිධ අර්ධසන්නායක යෙදිය යුතු බව පැහැදිලියි. එනිසාම ඒ එක් එක් ද්‍රව්‍යයන්වල විභව බාධක අගයන්ද වෙනස්ය. මේ හේතුව නිසා තමයි විවිධ තරංග ආයාම සහිත එල්ඊඩී වල පෙර නැඹුරු වෝල්ටියතා (V_F) අගයන් වෙනස් වන්නේ (ඒ කියන්නේ "වර්ණය" වෙනස් විට, ඩයෝඩයට යෙදිය යුතු වෝල්ටියතාවද වෙනස් වේ). පහත දැක්වෙන්නේ විවිධ තරංග ආයාමයන් සහිත එල්ඊඩී සඳහා යෙදිය යුතු පෙර නැඹුරු වෝල්ටියතාවන්වල දළ අගයන්ය. <u>සංඛ්‍යාතය වැඩි වන විට නැඹුරු වෝල්ටියතාවද වැඩි වේ.</u>

Typical LED Characteristics			
Semiconductor Material	Wavelength	Colour	V_F @ 20mA
GaAs	850-940nm	Infra-Red	1.2v
GaAsP	630-660nm	Red	1.8v
GaAsP	605-620nm	Amber	2.0v
GaAsP:N	585-595nm	Yellow	2.2v
AlGaP	550-570nm	Green	3.5v
SiC	430-505nm	Blue	3.6v
GaInN	450nm	White	4.0v

ඒ ඒ ඩයෝඩයට ගැලපෙන උපරිම පෙර නැඹුරු වෝල්ටියතාව ඉක්මවා විදුලිය යෙදුවොත් බල්බය පිලිස්සී යනවා. එසේම, කුඩා වෝල්ට් ගණනකින් වුවත් පසු නැඹුරු කළ විටද බල්බය පිලිස්සී යනවා. එල්ඊඩීවල PIV අගය කුඩාය. එනිසා ඒවා පසු නැඹුරු නොවන පරිදි පරිපථවල යෙදීමට වග බලා ගන්න.

සෑම එල්ඊඩී එකක් තුළින් යැවිය හැකි උපරිම ධාරා ප්‍රමාණයක්ද තිබෙනවා. ඇත්තටම මෙම ධාරාව අඩු වැඩි කළ විට බල්බයෙන් ලැබෙන ආලෝක ප්‍රමාණය හෙවත් දීප්තිය (brightness) අඩු වැඩි වෙනවා. එසේ බ්‍රයිට්නස් අඩු වැඩි කළ හැකි වුවත්, ධාරාව පාලනය කර එය සිදු කිරීම එතරම් හොඳ නැහැ බල්බයට. විශේෂයෙන් වැඩි ධාරාවක් යවන විට බ්‍රයිට්නස් වැඩි වුවත්, එය බල්බයේ ආයු කාලය අඩු කිරීමට හේතු වෙනවා. එනිසා බල්බයට දිය යුතු නියමිත ධාරා ප්‍රමාණය යැවීමට වගබලා ගන්න. බල්බයේ බ්‍රයිට්නස් පාලනය කිරීමට අවශ්‍ය නම් පසුවට පෙන්වාදෙන "පල්ස්" ක්‍රමය ඒ සඳහා භාවිතා කරන්න.

වර්ණ (තරංග ආයාම) කිහිපයකින් බල්බ ලබා ගත හැකි සේම, ප්‍රමාණ (සයිස්) හා හැඩතල කිහිපයකින්ද මේවා ලබා ගත හැකියි. ඔබ නිතර දකින්නේ 5mm හා 3mm ප්‍රමාණයේ එල්ඊඩී වේ (මෙම අගයන්ගෙන් කියන්නේ එල්ඊඩී හාහිර රවුම් ආවරණයේ විශ්කම්භයයි). මීටත් කුඩාවට "චිප්" ආකාරයටද එල්ඊඩී ඇත (ඉතා කුඩා පැකේජ් එකක යම් ඉලෙක්ට්‍රොනික් උපාංගයක් සාදා තිබෙන විට, එය චිප් එකක් ලෙස හඳුන්වන පුරුද්දක් ඇත).



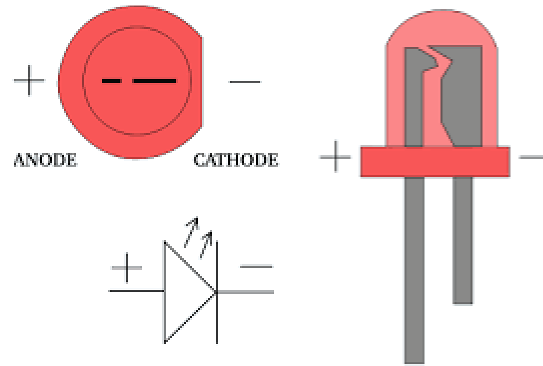
ඉතාම කුඩා ප්‍රමාණයේ සිට තරමක විශාල ප්‍රමාණය දක්වා smd ස්වරූපයෙන්ද එල්ඊඩී ඇත.



කුඩා smd එල්ඊඩී ශ්‍රේණිගතව පටි ආකාරයෙන්ද නිපදවා තිබෙන අතර ඒවා **LED strip** ලෙස හැඳින්වෙනවා. මෙම පටි ඉතා දිගට ඇත. එහෙත් ඒවා අවශ්‍ය ප්‍රමාණයට කපාගත හැකිය (එසේ කපන විට, ඕනෑම තැනකින් කැපිය නොහැකි අතර, ඒ සඳහා සුදුසු තැන් ලකුණු කර තිබේ).

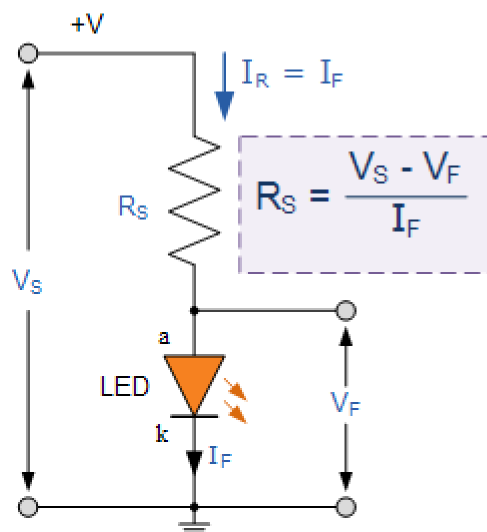


එල්ඊඩී පසු නැඹුරු කිරීම විනාශකාරී වේ. එනිසා පහසුවෙන්ම කැතෝඩය හඳුනාගැනීමට එම අග්‍රය කොටට සකසා ඇත (එහෙත් ඔබ එම පින් කොටට කපා දැමුවොත් මෙම ක්‍රමය වැඩකට නැතිව යනවා). ඒ විතරක් නොවේ; කැතෝඩය ළඟ වීදුරු ආවරණය තරමක් පැතලි කරද තිබෙනවා. පහත රූපයේ එල්ඊඩී එකේ සංඛේතයද පෙන්වා තිබෙනවා.

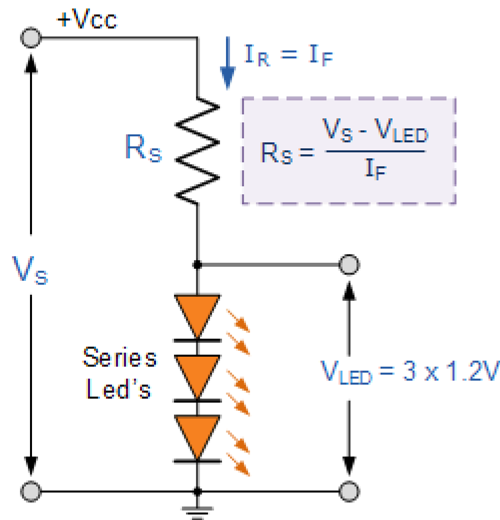


LED Driver

එල්ඊඩී බල්බයක් කිසිවිටක කෙලින්ම බැටරියකට සම්බන්ධ කිරීම නොකළ යුතුය. එවිට එක්කෝ එය පසු නැඹුරු වී විනාශ වේවි; නැතහොත් පෙර නැඹුරු වී ඒ තුළින් විශාල ධාරාවක් එකවර ගලා ගොස් පිලිස්සී යාවි (ඔබ දන්නවා පෙර නැඹුරු වූ විට ඕනෑම ඩයෝඩයක ප්‍රතිරෝධය කුඩා බව). එනිසා හැමවිටම එය සුදුසු රෙසිස්ටරයක් හරහා පමණක් සම්බන්ධ කළ යුතුය. එම රෙසිස්ටරයේ අගය සෙවීම ඉතාම පහසුය (පහත රූපය බලන්න).



බල්බ කිහිපයක් ශ්‍රේණිගතව හෝ සමාන්තරගතව සම්බන්ධ කළ හැකියි. සමාන්තරගතව සම්බන්ධ කරන විට, බැටරියෙන් ඒ බල්බ සියල්ලටම අවශ්‍ය ධාරා ප්‍රමාණය ලබා දිය හැකි තරමේ විය යුතුය (බැටරියක C රේටිං ගැන සැලකිලිමත් වීම වැදගත් වේ). ශ්‍රේණිගතව සම්බන්ධ කරන විට, ධාරාව එකම වුවත්, සෑම බල්බයකටම ඊට අවශ්‍ය වෝල්ටියතාව වෙන වෙනම ඩ්‍රොප් විය යුතුය. ඒ කියන්නේ සවි කරන බල්බ ගණන වැඩි වන විට බැටරියේ වෝල්ට් ගණනද ඒ සමගම වැඩි විය යුතුය.



ඇත්තටම සාමාන්‍ය එල්ඊඩී බල්බ යොදන විට, හැකි හැමවිටම ඒ හරහා ගලන ධාරාව නියතව පවත්වා ගත යුතුය. ඉහත රූපයේ ආකාරයට ගණනය කිරීම් සිදු කර, ඒ පෙන්වා ඇති ලෙසට පරිපථය සකස් කළ විට ධාරාව නියතයි. සෛද්ධාන්තිකව එසේ පෙනුනත්, ප්‍රායෝගිකව තත්වය වෙනස් වේ. ඕනෑම උපාංගයක් රත් වේ. එවිට එහි අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය වෙනස් වේ. පරිපථයක කොහේ හෝ ප්‍රතිරෝධය වෙනස් වෙනවා යනු පරිපථය හරහා ගලන ධාරාවද ඒ අනුව වෙනස් වීමකි. එවිට, ඉහත ආකාරයට සකස් කළ පරිපථවල ගණනය කර ලැබුණු ධාරාව නොවෙයි බල්බ රත් වීමෙන් පසු ගමන් කරන්නේ. තවත් අවස්ථාවක ශ්‍රේණිගත බල්බයක් පිලිස්සී යෑම හෝ වෙනත් දෝෂයක් නිසාද එම පරිපථය හරහා ගලා යන ධාරාව වෙනස් විය හැකියි. විශේෂයෙන් පරිසර උෂ්ණත්වයට (ambient temperature) ඩයෝඩය බොහෝ සංවේදී වේ.

තවද භාහිරින් සපයන විභවයේ කුඩා වැඩිවීමකදී වුවද ධාරාව විශාල ලෙස වැඩි වෙනවා. මෙය එල්ඊඩීවල විතරක් නොව, ඕනෑම සන්ධි ඩයෝඩයක ලක්ෂණයක් බව මතක් කර ගන්න (ඩයෝඩ ලාක්ෂණික ප්‍රස්ථාරය බලන්න; පෙර නැඹුරු වෝල්ටියතාව කුඩා ප්‍රමාණයකින් වැඩි කළත්, ධාරාව ඝාතීයව වැඩි වේ).

එනිසා, පරිපථයේ කුමක් සිදු වුවත්, නොවෙනස් ධාරාවක් ගලා යා හැකි පරිදි පරිපථය සකස් කළ හැකි නම් කොච්චර අගනේද? එය කළ හැකියි. කරන්ට් සෝස් නම් ක්‍රමවේදයක් ඒ සඳහා භාවිතා කරනවා (මේ ගැන පසුවට ඉගැන්වේ). මෙවැනි කරන්ට් සෝස් උපක්‍රමය යොදාගෙන එල්ඊඩී පරිපථ සඳහා පවර් සප්ලයි සාදාගත හැකියි. මෙවැනි පරිපථ **LED driver** ලෙස හැඳින්විය හැකියි. විශේෂයෙන් ලේසර් එල්ඊඩී යොදා ගන්නා අවස්ථාවල ඩ්‍රයිවර් පරිපථයක් යෙදීය අත්‍යවශ්‍ය වේ.

එල්ඊඩී බල්බ මූලික අවශ්‍යතා දෙකක් සඳහා දැන් නිපදවනවා - **ආලෝකමත් කිරීම (illumination** හෝ **lighting)** හා **දර්ශක (indication)**. හොඳින් භාවිතා කළොත් මේ දෙයාකාරයේම එල්ඊඩී ඉතාම දිගු කාලයක් (දැනට පවතින වෙනත් ඕනෑම බල්බ තාක්ෂණයකට වඩා වැඩි කාලයක්) පාවිච්චි කළ හැකි වීම එල්ඊඩීවල ඇති විශාල වාසියකි. එල්ඊඩී ශක්තිමත් ආවරණයකින් පැමිණෙන නිසා රළු භාවිතයට හොඳින් ඔරොත්තු දෙයි. විදුලිය වැය කරන්නේ ස්වල්ප වශයෙනි (එනම්, අනෙක් බල්බ තාක්ෂණයන්ට වඩා, ඊට ලබා දෙන විදුලි ශක්තියෙන් වැඩි ප්‍රමාණයක් ආලෝක ශක්තිය බවට පත් කරනවා). රත් වන්නේද අඩුවෙනි. අනෙක් ඕනෑම බල්බයකට වඩා මෙය ඔන් කිරීම (එනම් විදුලිය සැපයූ විට ආලෝකය නිකුත් කිරීම) හා ඕෆ් කිරීම (එනම් විදුලිය විසන්ධි කළ විට ආලෝකය නැති වී යෑම) ඉතාම වේගයෙන් සිදු වේ (සාමාන්‍ය තාපදීප්ත බල්බයක් බලන්න; එය

පත්තු වන්නේද නිවෙන්නේද සෙමින් බව ඔබ දැක ඇති). බල්බය දැල්වීමට වෝල්ට් 2 ත් 4 ත් අතර කුඩා වෝල්ටියතාවක් විතරක් අවශ්‍ය වීම, ඉතා කුඩාවට සෑදිය හැකි වීම, ලාභ වීමද එල්ඊඩී සතු විශේෂ වාසි වේ.

එල්ඊඩී බල්බයක් සූත්‍රිකා බල්බ මෙන් එකවර පිලිස්සී යන්නේ නැත (එය පසු නැඹුරු නොකර නියමිත ධාරා හා වෝල්ටියතාවන්ගෙන් වැඩ කරවන විට). එහෙත් කාලයත් සමග ක්‍රමයෙන් එහි ආලෝක මට්ටම අඩු වෙනවා (සීඑෆ්එල් බල්බද හැසිරෙන්නේ මේ ආකාරයටයි; එනම් ක්‍රමයෙන් ආලෝක මට්ටම අඩු වේ). සාමාන්‍යයෙන් මුල් ආලෝක මට්ටමින් 70% ක් පමණ වූ විට බල්බයේ ආලෝක තත්වයේ දැනෙන වෙනසක් ඇති වේ (එනිසා මෙම අවස්ථාවේදී බල්බය මාරු කිරීමේ සම්මතයක් ඇත). එහෙත් 50% හෝ සමහරවිට ඊටත් අඩුවෙන් බල්බය දීප්තිය අඩුවෙන තුරුත් ඔබට ඒවා තබා ගත හැකියි (එම ආලෝක අඩු වීම ප්‍රශ්නයක් නොවන තාක්).

මුල් කාලයේ එල්ඊඩී සෑදුවේ දර්ශක වශයෙන් පමණක් වුවත්, නිල් වර්ණය සොයා ගැනීමත් සමග ආලෝකමත් කිරීමට දැන් ප්‍රමුඛ ස්ථානයක් ලැබී තිබේ. අනාගත ලෝකයේ ප්‍රමුඛතම ආලෝකමත් කිරීමේ ක්‍රමවේදය වනු ඇත්තේ එල්ඊඩී බල්බයි (**LED Illuminator**). එල්ඊඩී ඉලුමිනේටර්වල ජවය **LED indicator** වලට වඩා වැඩිය. වැඩිපුර රත් වේ. වැඩි ආලෝකයක් ලබා දේ. මිලද අධිකයි (එහෙත් වේගයෙන් මිල පහත වැටෙමින් තිබේ).

මේ දෙවර්ගයේම එල්ඊඩීවලට බල්බයේ සන්ධියේ සිට (එනම් බල්බයේ සිට) පිටතට ආලෝකය නිකුත් කරන්නේ යම් කෝණයකින්ය (ඝන කෝණයකින් මෙය සිදු වුවත් තල කෝණයකින් මෙය සඳහන් කරන පුරුද්දක් ඇත). මෙම කෝණය **angle of view** හෝ **beam angle** ලෙස හඳුන්වමු. කෝණය කුඩා නම්, බල්බයේ මුලු ආලෝකයම පිට වන්නේ මෙම කුඩා පරාසය තුළින් නිසා, එම බල්බයෙන් පිටවන්නේ සැර ආලෝකයකි. එය හරියට ටෝච් එකකින් පිට කරන ආලෝකය වැනියි (ටෝච් එකෙන්ද එහි ඇති පරාවර්තකය මඟින් යම් කෝණයකින් තමයි ආලෝකය පිට කරන්නේ). එල්ඊඩී එකේ කෝණය වැඩි නම් (wide angle) විශාල ප්‍රදේශයක් පුරා එම ආලෝකය පැතිරීමට සිදු වන බැවින්, ඉන් දිස්වන්නේ තරමක අඩු සැර ආලෝකයකි. පහත යට රූපයේ කෝණය වැඩිවන විට ආලෝක තීව්‍රතාව අඩුවීම පැහැදිලිවම පෙනේ. එල්ඊඩී බල්බය තුළ සුදුසු කාච යෙදීමෙන් මෙම බීම් ඇන්ගල් එක නිෂ්පාදකයා විසින් සකස් කරනවා. එනිසා ආලෝකය වටේටම නිකුත් කිරීමට අවශ්‍ය නම්, වැඩි කෝණයක් සහිත බල්බයක් යොදා ගන්නට වගබලා ගන්න.



LED Indicators

එල්ඊඩී ඉන්ඩිකේටර් භාවිතා කරන්නේ යම් යම් උපකරණවල තත්වය දර්ශනය කරන දර්ශක ලෙසයි (වාහනයේ තෙල් ඉවර වූ වග කීමට, උපකරණයක් ඔන් එකේ තිබෙන බව කීමට, ආදී වශයෙන්). එල්ඊඩී කරලියට එන්නට පෙර, ඉන්ඩිකේටර් වශයෙන් භාවිතා වූයේ නියෝන් බල්බ හෝ සාමාන්‍ය (තාපදීප්ත) බල්බයි.

ඉහත රූපවල දැක්වූයේ කුඩා එල්ඊඩී බල්බ (ඉන්ඩිකේටර්) වේ; එනිසා ඒවා "සිඟිති" එල්ඊඩී (**miniature LED**) ලෙස හැඳින්වේ. මෙම මිනියේචර් බල්බවල බහුලව දක්නට ලැබෙන ස්වරූපය (එනම් සම්මත ආකාරය (standard)) සඳහා මිලිඇම්පියර් 20 ක් පමණ අවශ්‍ය කරනවා (එනිසයි එල්ඊඩී ගැන තොරතුරු දක්වන බොහෝ අවස්ථාවල @20mA වැනි ලේබල් දක්නට ලැබෙන්නේ). මෙම ස්ටැන්ඩඩ් ආකාරයේ බල්බවල වෝල්ටියතාව බල්බයේ වර්ණය අනුව සුලු වශයෙන් වෙනස් වේ (මීට හේතුව මොහොතකට පෙර අප කතා කළා). එහෙත් මීට වඩා අඩු ධාරාවක් (2mA වැනි) ගන්නා මිනියේචර් වර්ගයක්ද නිපදවා තිබෙනවා (**low current LED**).

සාමාන්‍යයෙන් එල්ඊඩී එකක් කරන්ට් ලිමිටිං ප්‍රතිරෝධයක් හරහා පමණක් සම්බන්ධ කළ යුතු බව ඉහතදී පෙන්වා දුන්නා. අප නිතරම සර්කිට්වල (විශේෂයෙන් ඩිජිටල් පරිපථවල) භාවිතා කරන්නේ වෝල්ට් 5 නිසා, එවැනි වෝල්ටියතාවකට කෙළින්ම කනෙක්ට් කළ හැකි ලෙස එල්ඊඩී නිපදවා තිබෙනවා. ඇත්තටම මෙහිදී කර තිබෙන්නේ සාමාන්‍ය එල්ඊඩී පැකේජය තුළම කරන්ට් ලිමිටිං රෙසිස්ටරයක් ඇතුලතින් සාදා තිබීම පමණි. වෝල්ට් 12 හා 15 ත් බහුලව භාවිතා වන නිසා, ඉහත ආකාරයටම වෝල්ට් 12 හා 15 ටත් කෙලින්ම සම්බන්ධ කළ හැකි ආකාරයේ එල්ඊඩී ඇත.

LED Illuminators

වෙළඳපොලේ අද විවිධාකාරයේ එල්ඊඩී බල්බ (ඉලුමිනේටර්) මිලදී ගත හැකියි. මේවා තුළින් අධික ධාරාවක් යැවිය හැකි නිසා (එනම් මේවායේ ක්ෂමතාව වැඩි නිසා), **අධිබල එල්ඊඩී (High Power LED – HPLED)** හෙවත් **High Output LED (HOLED)** හැඳින්වෙන අතර, මේවායෙන් දැඩි දීප්තියක් පිට කරන නිසා **High Brightness LED (HBLED)** ලෙසත් හැඳින්වේ. විවිධ වෝල්ට් ගණනන්වලින් හා වොට් ගණන්වලින් ඒවා ඇත (විවිධ මිල ගණන්වලට). සාමාන්‍යයෙන් අප සිතන්නේ වොට් ගණන වැඩි වන විට, ලැබෙන ආලෝක ප්‍රමාණය වැඩි වන බවයි. එහි සත්‍යකි. එහෙත් ඊට වඩා සංකීර්ණ තත්වයක් එතැන ඇත.

සටහන

Lumen, candela, Watt

ශක්තිය මනින්නේ ජූල් වලින් හා ජවය (එනම් තත්පරයකදී වැය කරන ශක්තිය) මනින්නේ වොට්වලිනි. ආලෝකයද ශක්තියක් බැවින් එයත් ජූල් හා වොට්වලින් මැනිය හැකියි. එහෙත් ආලෝකය යනු ඇසට සංවේදී දෙයකි. එක් එක් වර්ණයන්ට ඇස සංවේදී වන්නේ වෙනස් විදිවලටයි. උදාහරණයක් ලෙස, රතු වර්ණය නිකුත් කරන වොට් 1 ක බල්බයකුයි කොල වර්ණය නිකුත් කරන වොට් 1 ක බල්බයකුයි බැලුවොත් අනිවාර්යෙන්ම ඔබ කියන්නේ කොල බල්බය රතු බල්බයට වඩා ගොඩක් ප්‍රබලයි/සැරයි කියාය. එහෙත් මීටරයකින් බැලුවොත් ඒ දෙකම වොට් 1 ගාණේ තමයි වැය කරන්නේ. වොට් එකේ කොල බල්බයෙන් දැනෙන සැරට සමාන කිරීමට රතු බල්බයේ වොට් 3 ක විතර ජවයක් නිකුත් කිරීමට සමහරවිට සිදු වේවි. මෙය මිනිස් ඇසේ ස්වභාවයකි. තවද, වර්ණ හඳුනාගැනීම යනුද ඇසේ ස්වභාවයකි.

එනිසා ඇසට පෙනෙන ආලෝකය මැනීමට **ලූමන් (Lumen - lm)** නම් සම්මත ඒකකයක් හඳුන්වා තිබෙනවා. ඒ කියන්නේ හරියටම ආලෝකය මනිනවා නම් මැනිය යුත්තේ වොට්වලින් නොව ලූමන් වලිනි. ලූමන් 1 ක රතු ආලෝකය හා ලූමන් 1 ක කොල ආලෝකය දැන් ඇසට සමාන ලෙසයි පෙනෙන්නේ.

අධෝරක්ත හා පාරජම්බුල කිරණ නිකුත් කරන (හෝ ඇසට නොපෙනන ඕනෑම විද්‍යුත්චුම්භක කිරණයක් නිකුත් කරන) බල්බ ලූමන්වලින් දක්වන්නේ නැත (ඇසට පෙනෙන ඒවාට විතරයි ලූමන් වලංගු වන්නේ).

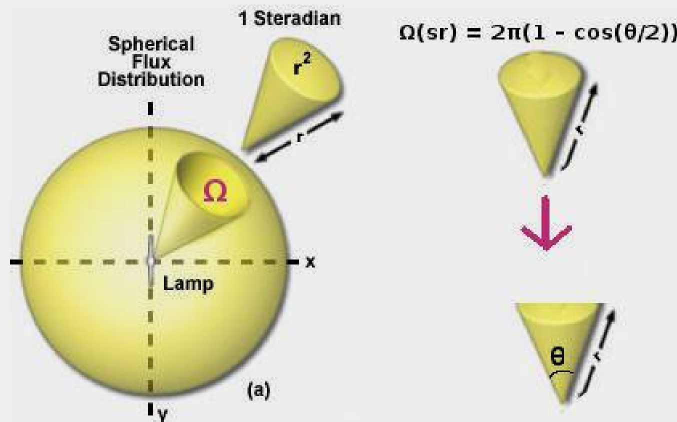
ලූමන් ඒකකය වෙනුවට **කැන්ඩලා (candela – cd)** නම් ඒකකයක්ද පවතිනවා ආලෝකය ගැන කතා කිරීමේදී. බොහෝවිට එල්ඊඩී ඉන්ඩිකේටර්වල ආලෝකය පිළිබඳ මිනුම් ලබා දෙන්නේ කැන්ඩෙලා ඒකකයෙනි (මිලිකැන්ඩලාවලින් - mcd). කැන්ඩලා යනු "ඇසට සංවේදී ආලෝකයේ" ආලෝක තීව්‍රතාවයි. කැන්ඩලා හා ලූමන් අතර පහත ආකාරයේ සරල සම්බන්ධතාවක් පවතී.

ආලෝක තීව්‍රතාව = (ආලෝක ස්‍රාවය)/(එම ආලෝකය විහිදී යන ඝන කෝණය) $I_V = \phi_V / \Omega$

උදාහරණයක් ලෙස, යම් බල්බයකින් සෑම දිශාවකටම ඒකාකාරව (එනම් සමාකාර ගෝලීයව) ලූමන් 100 ක් නිකුත් කරන බල්බයක කැන්ඩලා අගය වන්නේ 100/4π = 8 වේ (ගෝලයක මුලු ඝන කෝණය ස්ටරේඩියන් 4π වේ). එනම් ගෝලීයව සෑම දිශාවක් ඔස්සේම නිකුත් කළ ආලෝක ශක්තියේ ප්‍රමාණය ලූමන් 100 ක් වුවත්, එක් ඝන කෝණයක් ඔස්සේ පමණක් ලූමන් 8 ක් නිකුත් වේ. (ඝන කෝණ ගැන පළමු පොතේ කතා කර තිබෙනවා). එනිසා යම් එල්ඊඩී බල්බයක කැන්ඩලා අගය

හා එහි ආලෝකය නිකුත් කරන කෝණය (angle of view) දන්නේ නම්, එම බල්බයේ ලූමන් අගය පහසුවෙන් සෙවිය හැකියි.

පහත රූපයේ දැක්වෙන්නේ ඝන කෝණයකි (ඝන කෝණයක් කිරි ගොට්ටක් සේ සිතා ගන්න).



මෙම "කිරිගොට්ට හැඩය" (එනම් ඝන කෝණය) පැත්තෙන් බැලූ විට ත්‍රිකෝණයක් පෙනේවි. මෙම ත්‍රිකෝණයේ කෝණය මහින්ද අවශ්‍ය නම් ඝන කෝණයෙන් කියවෙන දේම පැහැදිලි කළ හැකියි නේද? එනිසයි කරදරකාරි ඝන කෝණය වෙනුවට පහසු තල කෝණයෙන් බීම් ඇන්ගල් එක සටහන් කරන්නේ.

ලූමන් හා කැන්ඩලා අතර සම්බන්ධය පෙන්වන ඉහත සූත්‍රයේ ඇත්තේ ඝන කෝණ වේ (ඝන කෝණ ත්‍රිමාන වේ). ඝන කෝණ මනින්නේ ස්ටෙරඩියන් (steradian – sr) නම් ඒකකයෙනි. එහෙත් බල්බයේ බීම් ඇන්ගල් එක (කෝණය) දක්වන්නේ ද්විමාන කෝණ මිනුමක් වන අංශකවලිනි (degree). ඉතිං ස්ටෙරඩියන් හා අංශක අතර පහත ආකාරයේ සරල සම්බන්ධය සාධනය කළ හැකියි.

$\Omega(sr) = 2\pi(1 - \cos(\theta/2))$

මෙවිට සාමාන්‍ය අංශකවලින් දී ඇති අගය ඉහත සූත්‍රය අනුව පළමුව ස්ටෙරඩියන් බවට පත් කර ගන්න. දෙවනුව එම අගය හා කැන්ඩලා අගය එකිනෙකට ගුණ කරන්න. එවිට ලැබෙන්නේ බල්බයේ ලූමන් අගයයි.

ආලෝකය පිළිබඳ අධ්‍යනය ඇත්තටම ආලෝකය තරමම විසිතුරුය. පසුවට ආලෝකය ගැන වෙනමම අතිරේකයක් පළ කෙරෙනු ඇති.

මේ අනුව, ආලෝකය මැනිය යුත්තේ ලූමන්වලින්ය. ඔබේ නිවසේ සවිකර ඇති එල්ඊඩී බල්බයක් ගලවා බලන්න. එහි ලූමන්වලින් (lm) අගයක් දැක්වේවි (සීඑෆ්එල් බල්බවලද මෙම අගය දැක්වෙනවා). දැන් ඔබට සරල ගණනක් සෑදිය හැකියි. බල්බයේ සඳහන් කර ඇති ලූමන් අගය එම බල්බයේ වොට් ගණනින් බෙදන්න. එවිට ලැබෙන්නේ "*වොට් එකකට ලූමන්*" යන රාශියයි. මෙම රාශිය **luminous efficacy** ලෙස හැඳින්වේ. මෙය වැදගත් රාශියක්. ලූමිනස් එෆිකසි හි උපරිමව තිබිය හැකි අගය වන්නේ 683 lm/W වේ. ඒ කියන්නේ බල්බයට ලැබෙන විදුලි ශක්තිය 100% ක්ම ආලෝකය බවට පත් කළ හැකි නම්, ඉන් කියන්නේ එම බල්බයේ එෆිකසි එක 683 lm/W වන බවයි. එහෙත් ප්‍රායෝගිකව කිසිදු බල්බයක් මේ තරම් කාර්යක්ෂම නැත. ඔබේ

බල්බයේ අගය වූයේ කොච්චරද?

මෙම අගය වැඩි කර ගැනීමට නොයෙක් පර්යේෂණ සිදු කරනවා. ඇත්තටම මෙම අගය වැඩි වන්නට වන්නට බල්බයේ මිලද වැඩි වේ. වෙළඳපොලේ විවිධ මිල ගණන් යටතේ එල්ඊඩී (හෝ වෙනත් බල්බ පවා) තිබෙන්නට තවත් හේතුවක් එයයි. lm/W අගය වැඩි බල්බ ගැනීමෙන් විදුලිය ඉතිරි වේ. උදාහරණයක් ලෙස, 50 lm/W බල්බ දෙකක් වෙනුවට එක 100 lm/W ක් යෙදිය හැකි නම්, විදුලියෙන් 50% ක්ම ඉතිරිවේ.

මෙම අධිබල එල්ඊඩී ක්ෂණයෙන් රත් වේ. එනිසා මෙම බල්බ සාමාන්‍ය (මිනියේචර්) එල්ඊඩීවලට වඩා වෙනස් ආකාරවලින් තමයි සාදන්නේ. ඩයෝඩ සන්ධියේ සිට ඉක්මනින් පිටතට තාපය ගලා යෑම සඳහා හීට්සින්ක් එකක් සාමාන්‍යයෙන් මෙවැනි අධිබල එල්ඊඩීවල දක්නට ලැබෙනවා. තවද, මෙවැනි බල්බ පල්ස් ක්‍රමයටයි දැල්විය යුත්තේ (මොහොතකින් පල්ස් ක්‍රමය ගැන බලමු). පල්ස් ක්‍රමයේදී රත් වෙච්ච බල්බයට කූල් වෙන්නට අවස්ථාවක් ලැබෙනවා.



අධිබල එල්ඊඩීවල සන්ධි ප්‍රදේශය විශාලය. එනිසා වැඩිපුර ඉලෙක්ට්‍රෝන-සිඳුරු රීකම්බයින් වීම නිසා වැඩි ආලෝක ප්‍රමාණයක් ජනිත වෙනවා. ඒ සමගම අධික තාපයකුත් ජනනය වෙනවා. ආලෝක ප්‍රමාණය වැඩි කර ගැනීමට යොදන තවත් උපක්‍රමයක් තමයි එල්ඊඩී බල්බ කිහිපයක්ම එකම පැකේජය තුළ තැන්පත් කිරීම. නිෂ්පාදකයා විසින්ම මෙලෙස බල්බ කිහිපයක් එකට සම්බන්ධ කරනවා වගේම, ඔබටත් පුලුවන් තනි තනි බල්බ රාශියක් එකට සම්බන්ධ කර වැඩි ආලෝකයකයක් ලබා ගන්න. පහත දැක්වෙනවා මේ දෙයාකාරයෙන්ම සාදපු බල්බ.

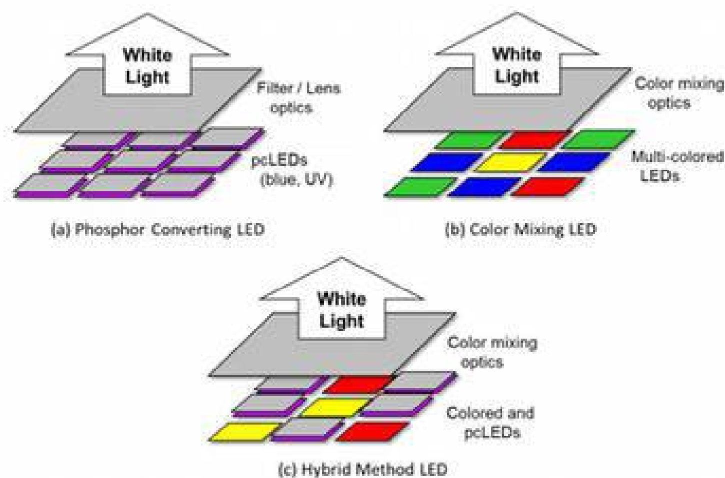


White LED

දැනට එල්ඊඩී බල්බ සමග යම් සටනක් ලබා දෙන්නේ සීඑෆ්එල් (CFL – Compact Fluorescent Lamp) වේ. එහෙත් සීඑෆ්එල් බල්බ නිෂ්පාදනයේදී මර්කරි නම් විෂ ද්‍රව්‍ය භාවිතා කරනවා. එනිසා එවැනි බල්බයක් බිඳී යෑමකදී එම විෂ ශරීරගත විය හැකියි පහසුවෙන්ම. එහෙත් එල්ඊඩී බල්බවල මෙවැනි විෂ ද්‍රව්‍ය නැත (ඒ කියන්නේ මේවා පරිසර හිතකාමියි). තවද, සීඑෆ්එල් වලට වඩා කිහිප ගුණයක ආයු කාලයක් එල්ඊඩීවලට ඇත. සීඑෆ්එල්වලට වඩා වැඩි ලූමිනස් එෆිකසි එකක් එල්ඊඩීවලට ඇති අතර දිනෙන් දින මෙම අගය වැඩි වෙනවා. අනෙක් බල්බවලින් දෘෂ්‍යාලෝකයට අමතරව අධෝරක්ත හා පාරජම්බුල කිරණ නිකුත් වුවත් (මෙවිට විදුලි ශක්තිය අපතේ යෑමක් මෙන්ම ශරීරයට අහිතකර තත්වයන්ද ඇතිවිය හැකියි), සුදු එල්ඊඩී නිපදවා තිබෙන්නේ දෘෂ්‍යාලෝකය පමණක් පිට කිරීමටයි. දැනට පවතින සෑම බල්බ තාක්ෂණයකට වඩා එල්ඊඩී තාක්ෂණය උසස්ය. ගොඩනැඟිලි ආලෝකමත් කිරීම, වාහනවලට යොදන බල්බ (automotive lighting) ආදී සෑම අංශයකටම මෙම තාක්ෂණය මේ වන විට පැතිර ගොස්ය.

පෙරත් සඳහන් කළා සේ නිල් ආලෝකය නිපදවන එල්ඊඩී එක සොයා ගැනීම නොබෙල් ත්‍යාගයක් ලැබීමට තරම් වටිනා දෙයක් වූවා. ඊට හේතුව එමඟින් සුදු ආලෝකය නිපදවීමට හැකියාව ලැබීමයි. මෙම සුදු ආලෝකය තමයි ගොඩනැඟිලි, වාහන, පාරවල් ආදිය ආලෝකමත් කිරීමට යොදා ගන්නේ (එනම්, සීඑෆ්එල් හා තාපදීප්ත බල්බ ආදියට ඉතා හොඳ ආදේශකයක් වේ). සුදු ආලෝකය නිපදවන ප්‍රධාන ක්‍රම දෙකක් ඇත. එකක් නම්, රතු-කොල-නිල් යන ආලෝක තුනම සුදුසු දීප්ති (brightness) අනුපාතයකින් එකවර නිකුත් කිරීමයි. මෙවැනි සුදු වර්ණය නිකුත් කරන එල්ඊඩී බල්බ RGB white LED ලෙස හැඳින්විය හැකියි.

අනෙක් ක්‍රමය වන්නේ නිල් ආලෝකය නිපදවන එල්ඊඩී බල්බයක් පමණක් යොදා ගෙන, එම ආලෝකය විශේෂිත පොස්පර් ආලේපනයක් මතට වැටීමට සැලැස්වීමයි (අවශ්‍ය නම් නිල් වෙනුවට පාරජම්බුල කිරණද යොදා ගත හැකියි). එවිට, පොස්පර් රසායනිකයෙන් තරමක කහ පැහැති ආලෝකයක් නිකුත් කරයි. මෙම කහ පාට ආලෝකය (කහ = රතු + කොල), ඩයෝඩයේ නිල් ආලෝකය සමග මිශ්‍රව සුදු ආලෝකය අවසානයේ ලැබේ (කහ + නිල් = රතු + කොල + නිල් = සුදු). මෙම WLED එක phosphor-based LED හෝ phosphor-converted LED ලෙස හැඳින්විය හැකියි (PCLED).



ඉහත ක්‍රම දෙකම එකට යොදාගෙනත් සුදු ආලෝකය නිපදවිය හැකියි (ඉහත රූපයේ C වලින් දැක්වෙන්නේ එයයි).

සටහන
පොස්පර් යනු ඊට අධිසංඛ්‍යාත විද්‍යුත්චුම්භක කිරණ (නිල්, දම්, පාරජම්බුල වැනි) වැටුණු විට, එම අධිසංඛ්‍යාත කිරණ "උරාගෙන" අඩු සංඛ්‍යාත විද්‍යුත්චුම්භක කිරණ නිකුත් කළ හැකි රසායනිකයකි. උදාහරණයක් ලෙස නිල් උරාගෙන කහ පාට ආලෝකය නිකුත් කළ හැකියි. පොස්පර් රසායනිකයේ කුඩා රසායනික වෙනස්කම් සිදු කර, මෙසේ එය විසින් නිකුත් කරන අඩු-සංඛ්‍යාත වර්ණයේ තරංග ආයාමය සැකසියද හැකියි. පොස්පර්වල මෙම හැකියාව නිසා අමුතු ආලෝකයක් ජනිත කිරීමේ සංසිද්ධිය **phosphorescence** (ප්‍රතිදීපනය) ලෙස හැඳින්වේ.

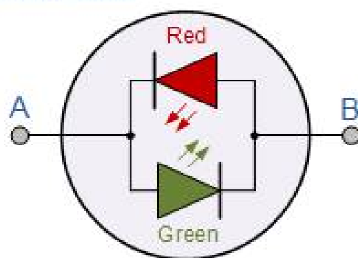
ඔබ දැනටත් භාවිතා කරන "ටියුබ් ලයිට්" හා CFL බල්බ යනු මෙම ප්‍රතිදීපන සංසිද්ධිය යොදා ගෙන සාදා ඇති ආලෝක ප්‍රභවයන්ය. ටියුබ් ලයිට් හෝ සීඑෆ්එල් එකේ වීදුරුව "කිරිපාටට" හෙවත් සුදුපාටට දිස්වන්නේ එම වීදුරුවේ ඇතුලු පැත්තේ ආලේප කර ඇති මෙම පොස්පර් රසායනිකයයි. මෙම බල්බ දෙකේදී නම්, නිල් ආලෝකය නොව පාරජම්බුල කිරණයි පොස්පර් මතට ජනිත කරවන්නේ.

මීට අමතරව පැරණි ටීවී තාක්ෂණය වන CRT (Cathode Ray Tube) තිරයද ක්‍රියාත්මක වන්නේද ප්‍රතිදීපන සංසිද්ධිය නිසාය. මෙහිදී නිල් හෝ පාරජම්බුල කිරණ නොව, වේගවත් ඉලෙක්ට්‍රෝන අංශු ධාරාවකුයි පොස්පර් මතට වදින්නට සලස්වන්නේ. අධිසංඛ්‍යාත විද්‍යුත්චුම්භක කිරණ, ඉලෙක්ට්‍රෝන, මෙන්ම විකිරණ වැදුනු විටද ආලෝකය නිකුත් කිරීමට මීට හැකියි.

විශේෂිත එල්ඊඩී වර්ගත් නිපදවා තිබෙනවා. ඉන් වර්ණ කිහිපයක් නිකුත් කළ හැකි එල්ඊඩී තිබෙනවා (වර්ණ කිහිපයක් නිකුත් කළ හැකි අර්ථයෙන් multicolor (බහුවර්ණ) එල්ඊඩී ලෙස මේවා පොදුවේ හැඳින්විය හැකියි). බයිකලර් (bicolor) හා ට්‍රයිකලර් (tricolor) ලෙස එල්ඊඩී ලබා ගත හැකියි ("බයි" (bi) යන උපසර්ගය යොදා ඇති විට ඉන් "දෙකක්" යන්නද, “ට්‍රයි" ඇති විට ඉන් "තුනක්" යන්නද හැඟවේ).

බයිකලර් එල්ඊඩී

බයිකලර්හි එකම බල්බයෙන් වර්ණ දෙකක් වෙන් වෙන්ව ලබා ගත හැකියි . එකම පැකේජය තුළ මෙහිදී බල්බ දෙක පහත රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට එකක් පෙර නැඹුරු වන විට අනෙක පසු නැඹුරු වන ආකාරයටයි සකස් කරන්නේ.



LED Selected	Terminal A		AC
	+	-	
LED 1	ON	OFF	ON
LED 2	OFF	ON	ON
Colour	Green	Red	Yellow

එවිට, බල්බයේ අග්‍රවලට ලැබෙන විදුලියේ ධන-ඍණ භේදය (එනම් ධ්‍රැවීයතාව – polarity) අනුව ලැබෙන වර්ණය තීරණය වේවි. උදාහරණයක් ලෙස ඉහත රූපයේ දැක්වෙන බයිකලර් බල්බයෙහි A අග්‍රයට ධන හා B අග්‍රයට ඍණ සැපයූ විට කොල වර්ණය ලැබෙන අතර, අග්‍රවලට ලැබෙන විභවයන් මාරු කළ විට රතු වර්ණය ලැබේ.

ඊට අමතරව තවත් අපූරු දෙයක් මේ බල්බය සතුව ඇත. එනම්, වේගයෙන් විදුලියේ ධ්‍රැවීයතාව මාරු කළ හැකි නම්, වේගයෙන් බල්බයේ වර්ණ මාරු වෙනවා. එවිට එම වර්ණ දෙකෙහි මිශ්‍ර තනි වර්ණයක් ලෙසයි ඇස එය හඳුනාගන්නේ. රතු හා කොල වර්ණ දෙක මිශ්‍ර වූ විට එය කහ වර්ණයක් ලෙසයි ඇසට දැනෙන්නේ. තවද, බල්බයේ ධ්‍රැවීයතාව වෙනස්වන වේගය අනුවද ඇසට දැනෙන කහ වර්ණයේ ස්වභාවය වෙනස් වෙනවා. ධ්‍රැවීයතාව වෙනස් කරන්නට අමුතු දෙයක් කරන්නට නැත; ඒසී විදුලියක් යැවීම ප්‍රමාණවත්. එවිට එම ඒසී විදුලියේ සංඛ්‍යාතය මත පෙර සඳහන් කළ ලෙස කහ වර්ණයේ සියුම් වෙනස්කම් ඇති කළ හැකියි. ඒ අනුව මෙම බල්බය ට්‍රයිකලර් බල්බයක් ලෙසත් අවශ්‍ය නම් හැඳින්විය හැකියි නේද?

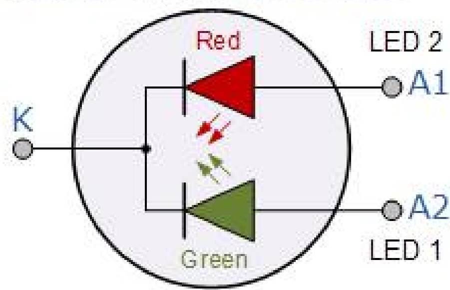
සටහන
ඔබ සමහරවිට දන්නවා ඇති ඇසේ ස්වභාවයක් තිබෙනවා - එනම්, ඇසට යම් වර්ණයක් (රූපයක්) වැටුණු විට එය දළ වශයෙන් තත්පර දහයෙන් පංගුවක් තරම් කුඩා කාලයක් ඇසේ රඳවා ගන්නවා. මෙය **eye persistence** ලෙස හැඳින්විය හැකියි.

ඇත්තටම ඇසේ මෙම ලක්ෂණය තමයි චිත්‍රපටිශාලාවල හා ටීවීවල ප්‍රයෝජනයට ගන්නේ. එනම් වේගයෙන් නිශ්චල ඡායාරූප සමූහයක් දර්ශනය වන්නට සලස්වනවා. එවිට ඇසට එය පෙනෙන්නේ චලනයක් (animation) ලෙසයි. කාටුන් සාදන්නේද මේ විදියටයි.

ඉහතදී කහ පාට වර්ණය ඇසට පෙනුනෙත් ඇසේ පර්සිස්ටන්ස් එක නිසාය. ඔබ හොඳටම දන්නවා එම බල්බයෙන් කිසිවිටක කහ පාටක් නිකුත් කළේ නැහැ. ඊට නිකුත් කළ හැක්කේ රතු හා කොල වර්ණ දෙක පමණි. එහෙත් එම වර්ණ වේගයෙන් මාරු වන විට, ඇසට ඉන් කහ පාටක් දැනුනා. සුලු මොහොතක් රතු වර්ණය ඇසට පෙනුනා. පර්සිස්ටන්ස් එක අනුව, ඇසට වැටෙන ඕනෑම ආලෝකයක් තත්පරයෙන් 10 න් පංගුවක් තරම් කාලයක් රඳවා ගන්නවා. ඉතිං මෙම කාලය ඉක්ම යන්නට පෙර රතු ඉවත් වී කොල වර්ණය නිකුත් කරනවා. බල්බය දැන් රතු වර්ණය නිකුත් නොකළත් ඇසේ තවමත් රතු වර්ණය රඳවා ගෙන සිටිනවා. මේ සමගම දැන් ඇස විසින් අලුතින් නිකුත් කළ කොල වර්ණයත් දර්ශනය කරනවා. ඒ කියන්නේ ඇසේ දැන් එකම ස්ථානයේ/සෛලවල රතු හා කොල යන වර්ණ දෙකම එක මත එක වැටී තිබීම නිසා, ඇසට එය කහ වර්ණයක් ලෙස දිස් වනවා.

ට්‍රයිකලර් එල්ඊඩී

ට්‍රයිකලර් ලෙස ඍජුවම හැඳින්වෙන බල්බයකුත් තිබෙනවා. බයිකලර් එකේ අග්‍ර දෙකක් තිබුණත් ට්‍රයිකලර් එකේ අග්‍ර 3 ක් ඇත. එහි එක් අග්‍රයක් **පොදු අග්‍රය (common pin)** වේ. පොදු අග්‍රය හා අනෙක් එක් අග්‍රයකට පමණක් විදුලිය සැපයූ විට, ඊට අදාල වර්ණය ලැබේ. පොදු අග්‍රය හා අනෙක් අග්‍ර දෙකටත් විදුලිය සැපයූ විට එම වර්ණ දෙකේ මිශ්‍රණය ලැබේ. එහෙත් බයිකලර් එකේ මෙන් මීට ඒසී විදුලියක් යැවිය නොහැකි අතර ධන ඍණ මාරු කරද භාවිතා කළ නොහැකිය.

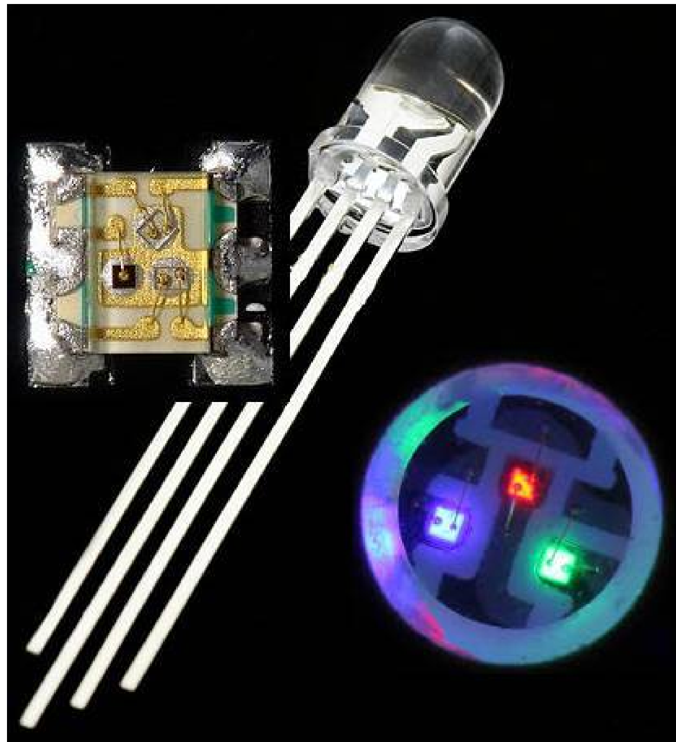


Output Colour	Red	Orange	Yellow	Green
LED 1 Current	0	5mA	9.5mA	15mA
LED 2 Current	10mA	6.5mA	3.5mA	0

ට්‍රයිකලර් බල්බයේ තවත් සරල උපක්‍රමයකින් ඉන් ලබා ගත හැකි වර්ණ ගණන වැඩි කරගත හැකියි. මින් වර්ණ 4 ක් හෝ ඊට වැඩි ගණනක් වුවද සාදා ගත හැකියි (එවිට ඊට මල්ටිකලර් යන නම උචිතය). එම උපක්‍රමය නම්, බල්බ තුළින් යැවිය හැකි ධාරා මට්ටම් දෙකක් (හෝ කිහිපයක්) සකසා ගැනීමයි. ඔබ දැන් දන්නවා එල්ඊඩීය හරහා යවන ධාරාව අඩු වැඩි කිරීමෙන් එහි බ්‍රයිට්නස් එක වෙනස් කර ගන්නට හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස, ඉහත රූපයට අදාලව සැලකුවොත්, රතු බල්බය හරහා මිලිඇම්පියර් 3.5 ක් හා කොල බල්බය හරහා මිලිඇම්පියර් 9.5 ක් යවා ඉන් කහ වර්ණය ලබා ගත හැකියි. එහෙත් එම බල්බ දෙක හරහා යන ධාරාවන් තරමක් වෙනස් කර තැඹිලි වර්ණයද ලබා ගත හැකියි. මෙලෙස සුදුසු පරාසයක් තුළ ධාරාවන් විවිධ අනුපාතවලින් වෙනස් කරමින් විවිධ වර්ණ ලබා ගත හැකියි නේද? (සාමාන්‍යයෙන් එල්ඊඩීයට සපයන ධාරාව වෙනස් කිරීමට සුදුසු නැති වුවත්, මෙවැනි විශේෂ බල්බ සාදා තිබෙන්නේ එසේ වෙනස් කළ හැකි ලෙසටයි).

RGB LED

මෙම එල්ඊඩී එකින් වර්ණ මිලියන 16 කට වැඩි ප්‍රමාණයක් නිකුත් කළ හැකියි. ඔබ දන්නවා රතු, කොල, හා නිල් යන වර්ණ තුනෙන් අපේ ඇස මතට ඕනෑම වර්ණයක් "මවාපෑ" හැකියි. මෙම ආර්ජීබී එල්ඊඩී එක තුළ කුඩාවට රතු, කොළ, හා නිල් වර්ණ තුන නිකුත් කරන එල්ඊඩී 3 ක් ඇත. මේ බල්බ තුනෙහි කැතෝඩ සියල්ල එකට සම්බන්ධ කළ හැකියි (එවිට එය පොදු කැතෝඩ වින්‍යාසය වේ). නැතහොත් මේ තුනෙහි ඇනෝඩ සියල්ල එකට එකතු කළ හැකියි (එවිට එය පොදු ඇනෝඩ වින්‍යාසය වේ). ඒ අනුව මෙවැනි ඩයෝඩයක පින් 4 ක් ඇත (පොදු අග්‍රය හා බල්බ තුනෙහි අනෙක් අග්‍ර තුන). පහත රූපයේ මෙවැනි ඩයෝඩයක් තුළ ඇති ඉතා කුඩා ඩයෝඩ 3 අන්වීක්ෂයකින් විශාල කරද පෙන්වා තිබෙනවා (බලන්න ඩයෝඩ 3 හි වම්පස අග්‍ර 3 ම එකට සම්බන්ධ කර තිබෙන අතර, දකුණුපස අග්‍ර තුන වෙන් වෙන්වයි පවතින්නේ).



සාමාන්‍යයෙන් ඩයෝඩය තුළ ඇති කුඩා ඩයෝඩ 3 ට විවිධ ප්‍රමාණවලින් ධාරාවන් යැවිය හැකියි. දළ වශයෙන් එක් ඩයෝඩයකට විවිධ ධාරා මට්ටම් 256 ක් සපෝට් කළ හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස, 0 යන්න කිසිදු ධාරාවක් ගලා නොයන අවස්ථාව ලෙසත්, 256 යන්න උපරිම ධාරාව වන මිලිඇම්පියර් 32 ලෙසත් ගමු. එවිට මෙම මට්ටම් 256 මිලිඇම්පියර් 0 සිට 32 දක්වා පරාසයේ සමාන පරතරවලින් බෙදූ විට, මට්ටම් දෙකක් අතර ධාරා වෙනස 32mA/256 = 0.125mA වේ. ඒ කියන්නේ මට්ටම් 1 යනු මිලිඇම්පියර් 0.125 ක ධාරාවක් බල්බයට ලබා දීමයි. මට්ටම් 2 යනු මිලිඇම්පියර් 2 x 0.125 = 0.250 ක ප්‍රමාණයක් බල්බයට ලබා දීමයි. මට්ටම් 100 යනු මිලිඇම්පියර් 100 x 0.125 = 12.5 ක ධාරාවක් යැවීමයි. මට්ටම් 256 යනු 256 x 0.125 = 32 ක ධාරාවක් යැවීමයි (එනම් මට්ටම් 256 යනු බල්බයට උපරිම ධාරා ප්‍රමාණය යවන අවස්ථාවයි).

එවිට, බල්බ තුන සඳහාම මෙලෙස විවිධ ධාරා මට්ටම් 256 බැගින් විවිධ වර්ණ සංයෝජනය 256x256x256 ලැබේ. උදාහරණයක් ලෙස රතු, කොළ, නිල් යන ඩයෝඩ තුනට (මෙය කෙටියෙන් RGB ලෙස දක්වනවා) පිළිවෙලින් 256, 256, 0 යන මට්ටම් ලබා දුන් විට, ඉන් ලැබෙන්නේ පිරිසිදු කහ වර්ණයකි (මෙලෙස වර්ණයන්ට හිමි මට්ටම් (256, 256, 0) යන කෙටි ක්‍රමයෙන්ද ලියන සිරිතක් ඇත). එලෙසම මෙම බල්බ තුනට එම RGB පිළිවෙළින්ම 256, 256, 256 යන මට්ටම් තුන හෙවත් (256, 256, 256) ලබා දුන් විට ඉතා දීප්තිමත් සුදු ආලෝකය ලැබේවි. මේ ආදි ලෙස විවිධ මට්ටම් සංයෝජනය කිරීමෙන් මිලියන 16 ට වැඩි වර්ණ පරාසයක් බිහි කළ හැකියි (පරිගණකවල හා ඩිජිටල් උපාංගවල විවිධ වර්ණයන් ලබා ගන්නේ මෙලෙස එක් එක් ප්‍රාථමික වර්ණයන් විවිධ අනුපාතවලින් නිකුත් කිරීම තුළිනි).

ඩයෝඩයයේ එක් එක් අග්‍රයට (පොදු අග්‍රයට නොව) විවිධ මට්ටම්වලින් ධාරාවන් යැවීමට සිදුවන බැවින්, මෙවැනි ඩයෝඩ හැමවිටම වාගේ මයික්‍රොකන්ට්‍රෝලර් පරිපථයකට සම්බන්ධ කෙරේ. එවිට ප්‍රෝග්‍රෑම් එකකට අනුව විවිධ වර්ණයන් ඉන් ඉපැද්දවේවි.

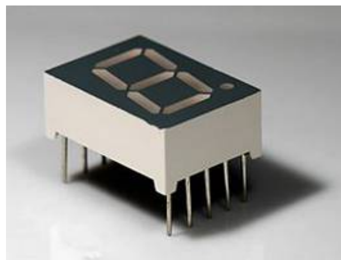
Flashing LED

මෙයද අග්‍ර දෙකක් සහිත එල්ඊඩී එකකි. එහෙත් මෙහි ආලෝකය නිරන්තරයෙන්ම දැල්වෙමින් නිවෙමින් පවතිනවා (ෆ්ලෑෂ් වෙනවා). සමහරවිට එක් වර්ණයක් පමණක් තිබිය හැකියි. එවිට පැකේජය තුළ ඇත්තේ එක් එල්ඊඩී බල්බයකි. සමහරවිට වර්ණ කිහිපයක් නිවි නිවී දැල්වෙනු ඇත. මෙවිට පැකේජය තුළ වර්ණ කිහිපයකින් කුඩා බල්බ කිහිපයක් ඇත. මීට අමතරව, ඇත්තටම මෙහිදී බල්බය දැල්වීමට හා නිවීමට මල්ටිවයිබ්‍රේටර් ලෙස හැඳින්වෙන ඉතාම සරල පරිපථයක් බල්බය තුළම සාදා තිබෙනවා ඇසට පෙනෙන්නේ නැති තරමට කුඩාවට. මෙම හපන්කම සිදු කරන්නේ එම පරිපථය විසිනි (මල්ටිවයිබ්‍රේටර් හා දෝලක ගැන පසුවට කතා කරමු). ඒ කියන්නේ පිටතින් තනි එල්ඊඩී බල්බයක් ලෙස ෆ්ලෑෂිං එල්ඊඩී එක පෙනුනත්, එය බල්බයක් හෝ බල්බ කිහිපයක් අඩංගු කුඩා පරිපථයකි.

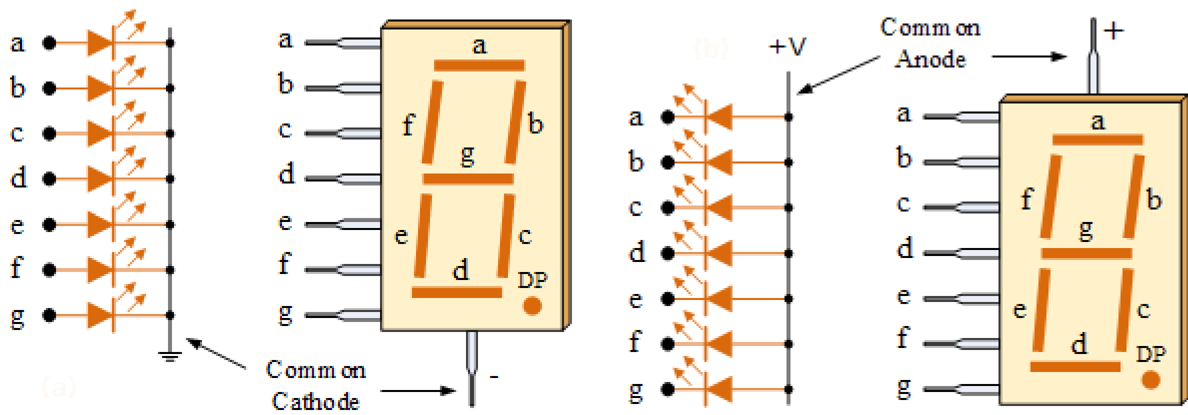
Segment Displays

7 Segment

එල්ඊඩී යොදාගෙන 0 සිට 9 දක්වා සියලු ඉලක්කම් නිරූපණය කළ හැකි Seven Segment Display (7 Segment Display) ලෙස හැඳින්වෙන උපාංගයක්ද නිපදවා තිබෙනවා. දිගටියට ඇති එල්ඊඩී 7 ක් මෙම උපාංගය තුළ ඇත (එල්ඊඩී කොටස්/සෙග්මන්ට් 7 ක් ඇති නිසා තමයි 7 සෙග්මන්ට් යන නම ඊට ලැබී තිබෙන්නේ). මෙම උපාංගයේ සාමාන්‍යයෙන් පින් 8 ක් තිබෙනවා. ඉන් එක් පින් එකක් පොදු අග්‍රය (common pin) ලෙස හැඳින්වේ.



එල්ඊඩී සෙග්මන්ට් 7 හි කැතෝඩ සියල්ල එකට ගෙන පොදු අග්‍රය ලෙස සකසා ඇති විට එවැනි ඩිස්ප්ලේ එකක් කොමන් කැතෝඩ (CC) සෙවන් සෙග්මන්ට් ලෙස හැඳින්වෙනවා. එලෙසම, ඩයෝඩවල ඇනෝඩ සියල්ල එකට සම්බන්ධ කර පොදු අග්‍රය ලෙස ගත් විට, කොමන් ඇනෝඩ (CA) සෙවන් සෙග්මන්ට් ලෙස හැඳින්වේ. මෙතැන විතරක් නොවේ, ඩයෝඩ සමූහ වශයෙන් තිබෙන බොහෝ තැන්වල මෙලෙස පොදු ඇනෝඩ හෝ පොදු කැතෝඩ ආකාර/වින්‍යාස (configuration) දෙක දක්නට ඇත.



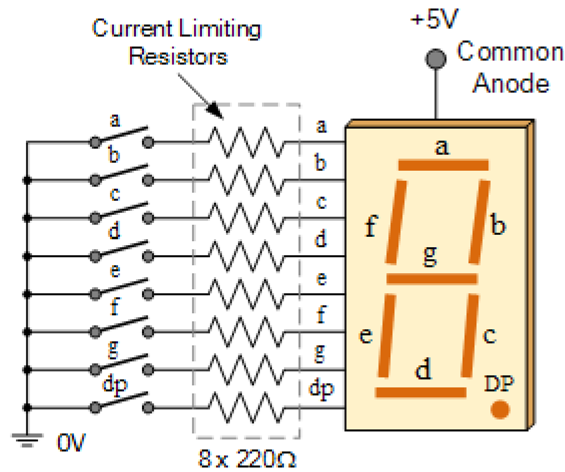
සම්ප්‍රදායක් ලෙස, 7 සෙග්මන්ට් එක තුල තිබෙන එක් එක් එල්ඊඩී සෙග්මන්ට් එක ඉහත රූපයේ දක්වා තිබෙන ආකාරයටම a සිට g දක්වා ඇති ඉංග්‍රිසි අකුරුවලින් දක්වනු ලැබේ. උදාහරණයක් ලෙස 1 ඉලක්කම ලබා ගැනීමට b, c යන සෙග්මන්ට් 2 පමණක් පෙර නැඹුරු කර අනෙක් ඒවාට විදුලිය නොසපයන්න. එලෙසම 8 ලබා ගැනීමට සියලු සෙග්මන්ට් පෙර නැඹුරු කරන්න.

පොදු අග්‍රයට සුදුසු වෝල්ටියතාව සෙට් කර, අනෙක් අග්‍ර 7 ට සුදුසු පරිදි වෝල්ටියතාවන් ලබා දුන් විට, ඕනෑම ඉලක්කමක් දර්ශනය කරගත හැකියි. ඉහත රූපය බලා එය තේරුම් ගන්න.

තවද, ඉලක්කම්වලට අමතරව දශම තිත (decimal point) දැක්විය හැකි ඩිස්ප්ලේද තිබෙනවා (ඉහත රූපයේ DP ලෙස දක්වා තිබෙන්නේ දශම තිත තමයි). මෙවිට සෙග්මන්ට් 7 ක් නොව 8 ක් පවතිනවා. එවිට සම්පූර්ණ පින් 9 ක් තිබේ.

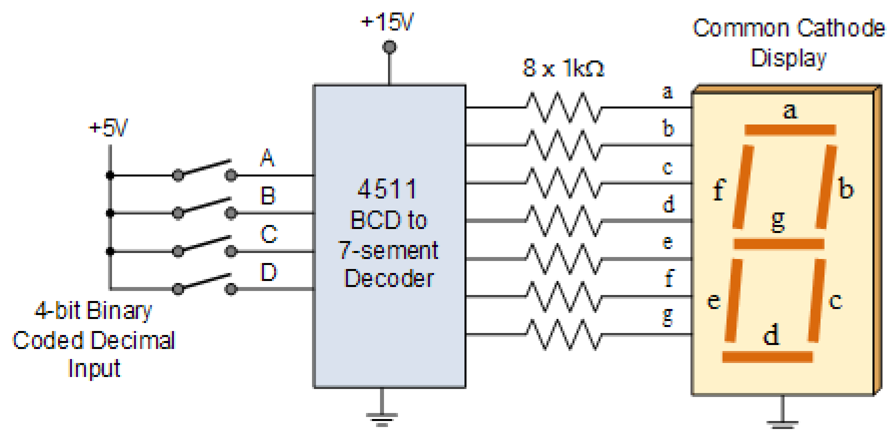
ඉලක්කම්වලට අමතරව මෙම ඩිස්ප්ලේ එකෙන්ම a,b,c,d,e,f යන ඉංග්‍රිසි අකුරු 6 ත් ඉතාම පහසුවෙන් දර්ශනය කළ හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස, f,e,g,c,d යන සෙග්මන්ට් පෙර නැඹුරු කළ විට, b අකුරු සෑදෙනවා. මෙම අකුරු 6 විශේෂිතයි. ඊට හේතුව 16 වැනි පාදයේ සංඛ්‍යා (hexadecimal numbers හෙවත් hex numbers) දැක්වීමට යොදා ගන්නේ සුපුරුදු ඉලක්කම්වලට අමතරව ඉහත ඉංග්‍රිසි අක්ෂරයන්ය. ඒ කියන්නේ 7 සෙග්මන්ට් ඩිස්ප්ලේ එකකින් හෙක්ස් නම්බර් දර්ශනය කළ හැකියි.

ඔබට මෙවැනි සෙග්මන්ට් එකක් නිකංම පාවිච්චි කළ නොහැකියි. අවශ්‍ය ඉලක්කම් අවශ්‍ය වෙලාවලට දර්ශනය කිරීමට හැකි පරිපථයක් සාදා ගත යුතු වෙනවා. මෙහිදී සාමාන්‍ය එල්ඊඩී පරිපථවලට විදුලිය සපයන ක්‍රමයම අනුගමනය කළ හැකියි. එනම්, ඩිස්ප්ලේ එක තුල තිබෙන එක් එක් ඩයෝඩයට නියමිත වෝල්ටියතාව හා ධාරාව ලබා දෙන්න කරන්ට් ලිමිටිං රෙසිස්ටර් හරහා. දැන් සුදුසු ස්විචයන් ඔන් කිරීමෙන් ඔබට අවශ්‍ය අංකය දර්ශනය කළ හැකියි (දශම තිතද දර්ශනය කළ හැකියි).



මේ එක් එක් ස්විචයන් අතින් ඔන් ඕෆ් කළ හැකියි. මෙවැනි ඩිස්ප්ලේ කිහිපයක් ඇති විට, ඒ සෑම එකක්ම අතින් සැකසීම කොතරම් කරදරයක්ද. එහෙත් එම අතින් සකසන ස්විච වෙනුවට ට්‍රාන්සිස්ටර් හෝ වෙනත් එවැනි ස්වයංක්‍රිය ස්විච මඟින්ද ඔන්/ඕෆ් කළ හැකියි (ට්‍රාන්සිස්ටර් ස්විච ගැන පසුවට කතා කරනවා). එලෙස ට්‍රාන්සිස්ටර් ස්විච යොදාගෙන ස්විචිං ක්‍රියාවලිය ස්වයංක්‍රිය කරන විට, අඩු පින් ගණනකිනුත් එම කටයුත්තම කරගත හැකියි (Binary Coded Decimal encoding – BCD encoding ලෙස එම ක්‍රමය හැඳින්වේ).

7 සෙග්මන්ට් ඩිස්ප්ලේ එකේ පින් 7 ක් සකසනවා යනු එම පින් 7 ටම විදුලි සංඥා යවනවා කියන එකයි. එය ඉහත රූපයේ පෙන්වා තිබේ (හරි පහසුවෙන් තේරුම්ගතද හැකියිනෙ). එහෙත් බීසීඩී ක්‍රමයෙන් එය කරන විට, විදුලි සංඥා 7 ක් වෙනුවට 4 ක් භාවිතා කළ හැකියි (බීසීඩී ක්‍රමය හා වෙනත් එවැනි එන්කෝඩිං/ඩිකෝඩිං ක්‍රම ගැන ඩිජිටල් ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් පාඩම්වලදී ඉදිරියේදී පැහැදිලි කෙරේ). මෙම බීසීඩී ක්‍රමයද ඇතුලත්ව සියලු පරිපථ කොටස් එකට කැටි කොට, මෙවැනි ඩිස්ප්ලේ ඉතා පහසුවෙන් ස්වයංක්‍රියව "රන්" කිරීමට ඒ සඳහාම සැකසූ අයිසී ඇත. මේ පරිපථ/අයිසී **seven segment driver** යනුවෙන් හැඳින්විය හැකියි.



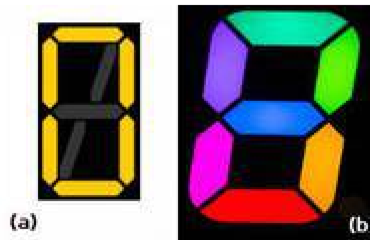
ඉහත රූපයේ 4511 යන 7 සෙග්මන්ට් ඩ්‍රයිවර් අයිසී එක භාවිතා කර තිබේ. බලන්න එහි A,B,C,D යනුවෙන් ඩිස්ප්ලේ එක රන්/ඩ්‍රයිව් කිරීමට සංඥා 4 ක් අයිසී එක වෙත යොමු කෙරේ. එහෙත්

හැමවිටම ඩිස්ප්ලේ එකට පින් 7 ක් හරහා පමණයි සංඥා ලබා දිය හැක්කේ. ඉතිං අයිසී එකට යොමු කරන සංඥා 4 එම අයිසී එකෙන් සංඥා 7 ක් බවට පත් කර එය පෙන්වා ඇති පරිදි ඩිස්ප්ලේ එකට සම්බන්ධ කෙරේ.

දැන් ඉහත ඩ්‍රයිවර් අයිසී එකේ ඉන්පුට් පින් 4 ට සුදුසු විද්‍යුත් සංඥා එක්කෝ ස්විච මඟින් අතින් සැකසිය හැකියි. එහෙමත් නැතිනම් මයික්‍රොප්‍රොසෙසර් එකකින් ලබා දිය හැකියි (මෙම දෙවන ක්‍රමය තමයි ප්‍රචලිත හා දියුණුතම ක්‍රමය). දැන් කෙනෙකු අසන්නට පුලුවන් ඉතිං මෙම ඩ්‍රයිවර් අයිසී එක භාවිතා නොකරත් කෙලින්ම මයික්‍රොප්‍රොසෙසර් එකකින් ඩිස්ප්ලේ එකට රන් කළ හැකිව තිබුණා නේද කියා. ඔව්, එසේද කළ හැකියි. එහෙත් එවිට ඩිස්ප්ලේ එකට පින් 7 කින් සංඥා ඉන්පුට් කිරීමට සිදු වෙනවා. ඩ්‍රයිවර් එක නිසා එය පින් 4 ක් දක්වා අඩු වී තිබෙනවා. මෙය හොඳ වාසියකි. (මයික්‍රොප්‍රොසෙසර්වල ඉන්පුට්-අවුට්පුට් පින් ඇත්තේ සීමිත ගණනක් නිසා, හැකි හැමවිටම අඩුම පින් ගණනකින් වැඩක් කිරීමට වෙහෙසිය යුතුය.)

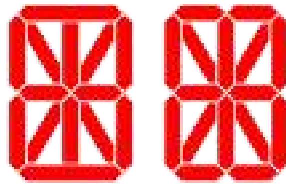
එල්ඊඩී සෙග්මන්ට් 9 ක් යොදාගෙනද ඩිස්ප්ලේ සාදා තිබෙනවා (9 segment display). 7 සෙග්මන්ට් ඩිස්ප්ලේ එකට වඩා හොඳින් පැහැදිලිව ඉලක්කම් ලිවීමේ හැකියාව මීට ඇත. උදාහරණයක් ලෙස 7 ඉලක්කම සෙවන් සෙග්මන්ට් එකේදී දර්ශනය වනවාට වඩා ලස්සනට නයින් සෙග්මන්ට් එකේ දර්ශනය කළ හැකියි. ඒ හැර වෙන වාසියක් නැත. පහත රූපයේ a වලින් 9 සෙග්මන්ට් ඩිස්ප්ලේ එකක් දැක්වේ.

තවද, ඩිස්ප්ලේ එකේ එල්ඊඩී සෙග්මන්ට් විවිධ හැඩතල සහිතවත් සෑදිය හැකියි. එක් එක් සෙග්මන්ට් විවිධ වර්ණවලින්ද සෑදිය හැකියි (පහත b රූපය).



Starburst

ඉලක්කම්වලට අමතරව (හා a සිට f අක්ෂරයන්ට අමතරව), ඕනෑම ඉංග්‍රිසි අකුරක්ද දර්ශනය කළ හැකි ඩිස්ප්ලේ නිපදවා තිබෙනවා. ඒවා starburst display ලෙස හැඳින්වෙනවා. ඇත්තටම මෙය 7 සෙග්මන්ට් එකේම සෙග්මන්ට් ගණන වැඩියෙන් සහිත අවස්ථාවයි. බැලූබැල්මට තරුවක රශ්මිය පිටවනවා වගේ පෙනෙන නිසා මෙම නමින් ඩිස්ප්ලේ එක හැඳින්වේ. මේවායෙන් ඉලක්කම් (digits) මෙන්ම අක්ෂර (characters) යන දෙවර්ගයම දර්ශනය කළ හැකි නිසා **alphanumeric LED display** කියාද කිව හැකියි. 7 සෙග්මන්ට්හිදී මෙන්ම, එවැනි යුනිට් එකක් පොදු කැතෝඩ හෝ පොදු ඇනෝඩ යන දෙයාකාරයෙන් පවතිනවා. පින්ද වැඩිපුර තිබෙනවා මොකද එම යුනිට් එක තුළ එල්ඊඩී කොටස් විශාල ප්‍රමාණයක් තිබෙනවා. මෙහිදී එල්ඊඩී සෙග්මන්ට් 14 ක් හෝ 16 ක් තිබෙනවා. මෙවැනි ඩිස්ප්ලේ පහසුවෙන් "රන්" කිරීමටද ඩ්‍රයිවර් අයිසී/පරිපථ සාදා තිබෙනවා.



ඉලක්කම්ද නොවන අකුරුද නොවන විවිධ ජ්‍යාමිතික හැඩතලවලින් (රවුම්, දිග ඉරි (bar/strip), හතරැස් ආදී ලෙස) යුතු එල්ඊඩීද සාදා තිබෙනවා. සාමාන්‍යයෙන් ස්ටාර්බර්ස්ට් වලින් ඉංග්‍රිසි අකුරුයි දර්ශනය කළ හැක්කේ. එහෙත් අවශ්‍ය නම්, ඕනෑම භාෂාවක අකුරු දර්ශනය කළ හැකි ලෙසටද ඒවා අමුතුවෙන් නිෂ්පාදනය කිරීමට කිසිදු බාධාවක් නොමැත. විසිතුරු වැඩවලට මේවා යොදා ගත හැකියි. ඇත්තටම ඩයෝඩ නිෂ්පාදකයන්ට මේවා නිපදවීම අමාරු නැත. අවශ්‍ය හැඩය දිගේ එල්ඊඩී කුඩාවට සාදාගෙන යැමයි කරන්නට තිබෙන්නේ.

මේ ඕනෑම වර්ගයක ඩිස්ප්ලේ කිහිපයක් එකට සම්බන්ධ කර ඉලක්කම් හා අකුරු පෙළක් දැන් දර්ශනය කළ හැකියි. එවිට එක් එක් ඩිස්ප්ලේ එකට වෙන වෙනම විදුලි සංඥා යැවීමට මඟින් ඒ එක් එක් ඩිස්ප්ලේ කොටස රත් කළ හැකියි. එහෙත් එසේ වෙන වෙනම විදුලිය ඩිස්ප්ලේවලට නොසපයන පරිදි උපක්‍රමයක්ද යොදා ගත හැකියි (multiplexing නම් උපක්‍රමය).

සටහන
මල්ටිප්ලෙක්සිං (**multiplexing**) යනු එකම සංඥාවකින් උපාංග කිහිපයක් රත් කිරීමේ උපක්‍රමයකි. එය දළ වශයෙන් මෙසේ විස්තර කළ හැකියි. එකම වර්ගයේ උපාංග කිහිපයක් රත් කිරීමට ඇතැයි සිතන්න. එම උපකරණ සියල්ලටම පොදුවේ එකවර යම් සංඥාවක් ලබා දේ. එහෙත් එම සංඥාවට සියලුම උපකරණ එකපාරටම ප්‍රතිචාර දක්වන්නේ නැත. පළමුව උපකරණ අතරින් එකක් (හෝ අවශ්‍ය නම් කිහිපයක් වුවත්) තෝරා ගැනීමට සිදු වේ (මෙම තෝරා ගැනීම සිදු කරන්නේ එය රත් කරන පරිපථයෙනි/අයිසී එකෙනි). එවිට එම තෝරාගත් උපකරණය පමණක් පෙර ලබා දුන් සංඥාවට ප්‍රතිචාර දක්වනවා.

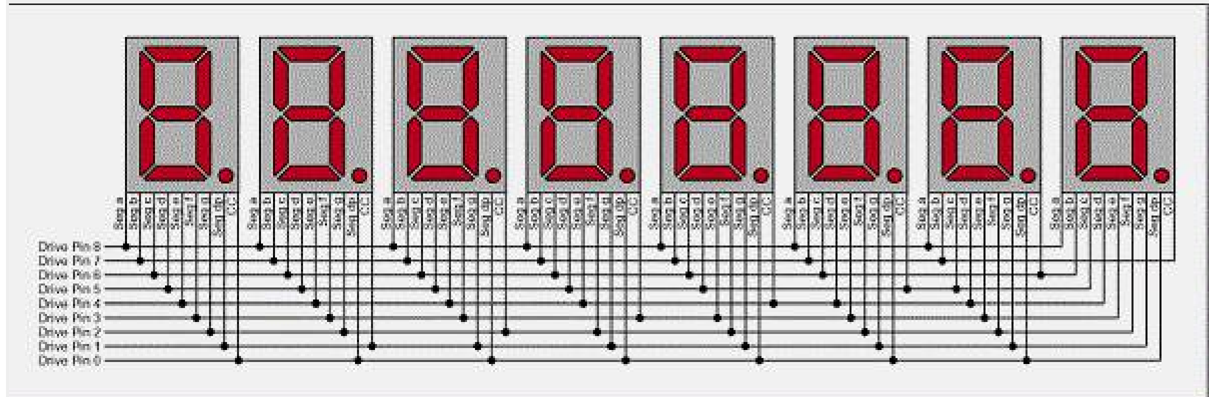
ඉන්පසු තවත් උපාංගයක් තෝරා ගන්නවා. නැවත උපකරණ සියල්ලටම පොදුවේ සංඥාවක් ලබා දෙනවා. දැන් ප්‍රතිචාර දක්වන්නේ එම තෝරාගත් උපකරණයයි. මේ ආකාරයට ඉතා වේගයෙන් උපකරණයක් තෝරාගන්නවා පොදුවේ සංඥාවක් යවනවා. මෙය හරියට ළමුන් කිහිප දෙනෙක් සිටින පංතියකට ගුරුවරයෙක් යම් උපදෙසක් දෙන්නා වගේ. ගුරුවරයා එක් ළමයෙකුගේ නමක් කියා මුලු පංතියට ඇසෙන්නට යම් උපදෙසක් දෙයි ("කමල්, කලු ලෑල්ල මකන්න"). එම උපදෙස සියල්ලන්ටම ඇහුණත්, කමල්ව තෝරාගත් නිසා ඊට සංවේදී වන්නේ කමල් පමණි.

ඇත්තටම ඉහත ක්‍රියාවලිය ඉතාම වේගයෙන් සිදු වෙනවා ("තෝරාගන්නවා - සංඥාව යවනවා"). තත්පරයක් තුළ ලක්ෂ වාරයක වේගයෙන් මෙය සිදු කළ හැකියි. එවිට අපට දැනෙන්නේ/පෙනෙන්නේ මේ සියලු උපකරණ එකවර ක්‍රියාත්මක වනවා සේය.

ඔබේ ටීවී එකද ක්‍රියාත්මක වන්නේ මේ ක්‍රමයෙනි. මෙය හොඳින් දර්ශනය වන අවස්ථාවක් තමයි පැරණි ටීවී (CRT TV). ටීවී එකක සංඥාවක් නැති විට "සූ..." ශබ්දයක් සමග කලු ඩොට් වලින් තිරය සමන්විත වේ (අලුත් ටීවීවල නම් ඒ ඩොට් වෙනුවට නිල් හෝ එවැනි පාටක් මුලු තිරය පුරාම දර්ශනය වන ලෙසයි ටීවී සාදන්නේ; "සූ..." ශබ්දයද නැත). තිරයේ තිත් ලක්ෂ ගණනක් පෙනුනත්, එතැන ඇත්තටම ඇත්තේ එක ඩොට් එකකි. එම ඩොට් එක තත්පරයක් තුළ මුලු තිරය පුරාම ගමන් කරනවා.

එවිට ඇසේ පර්සිස්ටන්ස් එක නිසා ඒ සියලු ඩොට් එකවර තිබෙනවා සේ අපට පේනවා. මෙයත් ඒ අනුව මල්ටිප්ලෙක්සිං ක්‍රියාවක් බඳුයි.

මල්ටිප්ලෙක්සිංහි ඇති වාසිය කුමක්ද? ඉහත 7 සෙග්මන්ට් ඩිස්ප්ලේ ගැන සිතන්න. එවැනි ඩිස්ප්ලේ 8 ක් එකට සම්බන්ධ කළා යැයි සිතමු. දැන් එම ඩිස්ප්ලේ සියල්ලටම විදුලි සංඥා ලබා දීමට ඉන්පුට් සංඥා මාර්ග 7x8 = 56 ක් අවශ්‍ය වේ. එය විශාල ප්‍රමාණයකි. එහෙත් මල්ටිප්ලෙක්සිං ක්‍රමය යොදා ගතහොත් එම සංඥා මාර්ග ප්‍රමාණය 11 ක් (හෝ ඊටත් වඩා අඩු ප්‍රමාණයක්) දක්වා අඩු වේ (පහත රූපය බලන්න).



මේ අනුව අඩු පින්/වයර්/මාර්ග/සංඥා ගණනකින් උපාංග රාශියක් එකවර වැඩ කිරීමට අවශ්‍ය වූ විට, මල්ටිප්ලෙක්සිං නැතිවම බැරිය. මෙය හරියට අර "බෝල උඩ දාන" සර්කස් එක (Juggling) වැනිය. සර්කස් කරු බෝල දුසිමක් විතර අත් දෙකෙන් මෙහෙයවනවා. අපට නම් අත් දෙකෙන් බෝල දෙකක් පමණයි නේද මෙහෙයවිය හැක්කේ? (එවිට සර්කස් කරුවා මල්ටිප්ලේක්සිං පරිපථයක් බඳුයි).

එහෙත් මෙහිදී තරමක සංකීර්ණ පරිපථ නිර්මාණයක් සිදු කළ යුතුය. ඩිජිටල් ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් දැනුම මේ සඳහා අවශ්‍ය වේ. දැනට මල්ටිප්ලෙක්සිං යන ක්‍රමය ඉහත කියා දුන් ආකාරයට සිහිතබා ගන්න.

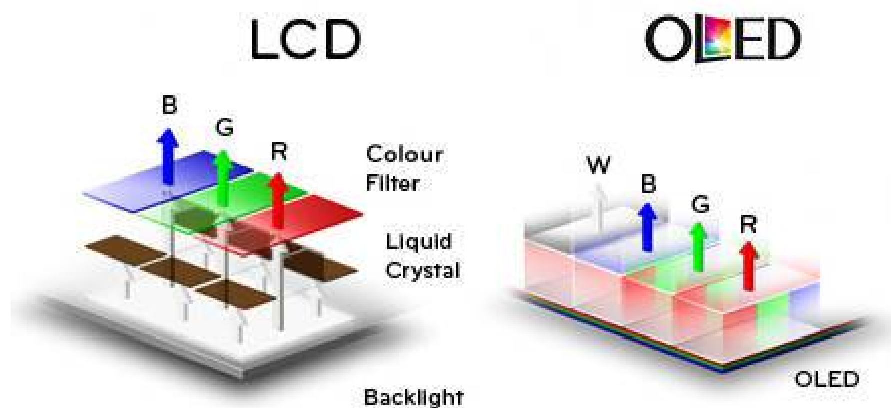
LED Matrix

ස්ටාර්බර්ස්ට් ඩිස්ප්ලේ එකටත් වඩා වැඩිපුර හැඩතල නිර්මාණය කර ගැනීමට එල්ඊඩී ඩොට් ලෙස කුඩා එල්ඊඩී සෙග්මන්ට් එක ළඟින් සකස් කිරීමෙන් **LED dot matrix** හෙවත් LED matrix නම් ඩිස්ප්ලේ එකක්ද සාදා තිබෙනවා. මේ ඩිස්ප්ලේ එකේ තිබෙන විවිධ ඩොට් දල්වමින් විවිධ හැඩතල සෑදිය හැකියි නේද? මෙම ලෙඩ් මේට්‍රික්ස් එක නිසා ලෝකයේ ඒ ඒ භාෂා හෝඩින් සඳහා වෙන වෙනම ස්ටාර්බර්ස්ට් සෑදීමට අවශ්‍යතාවක් නැත. මෙම ඩොට් එකට **පික්සල් (pixel)** කියාද කියනවා. ඩිස්ප්ලේ එකේ තිබෙන ඩොට් හෙවත් පික්සල් ගණන (එනම් ඩොට් වගේ සෑදූ එල්ඊඩී) වැඩිවන විට, ඉන් සෑදිය හැකි හැඩතලයේ (ඉලක්කම හෝ අකුර හෝ වෙනත් රූපයක්) පැහැදිලිකම වැඩි වේ. ඩිස්ප්ලේ එකේ තිබෙන ඩොට් ගණන ඩිස්ප්ලේ එකේ **resolution (රෙසලූෂන්)** ලෙස හැඳින්වෙනවා. ඒ කියන්නේ පික්සල් ගණන වැඩි නම් රෙසලූෂන් එකත් වැඩිය.



LED Display

මීටත් අමතරව, ඉතාම කුඩාවට එල්ඊඩී බල්බ/ඩොට්/පික්සල් එක ළඟින් තබා (ඉහත මේට්‍රික්ස් එකේ මෙන්) විශාල ඩිස්ප්ලේ සෑදිය හැකියි. මේවා LED display ලෙස හැඳින්විය හැකියි. මේට්‍රික්ස් එකට වඩා මෙහි රෙසලූෂන් එක ඉතා වැඩියි. තවද, සාමාන්‍ය ටීවී ඩිස්ප්ලේවල මෙන් වර්ණ මිලියන ගණනක් දර්ශනය කිරීමට ඊට හැකියි. එනිසා ටීවී ස්ක්‍රීන් සඳහා මේවා යොදා ගත හැකියි. දැනට භාවිතා වන LCD (Liquid Crystal Display) තාක්ෂණයට වඩා මෙහි කොලිටිය වැඩිය. සෑම පික්සල් එකක්ම වර්ණය නිපදවා විමෝචනය කරන නිසා, contrast එක මෙවැනි එල්ඊඩී ඩිස්ප්ලේවල ඉතාම ඉහලයි (LCD වල තිබෙන පික්සල්වලින් ආලෝකය විමෝචනය වුවද, ඒවා ආලෝකය නිපදවන්නේ නැත; ඒ වෙනුවට සිදු වන්නේ LCD පැනලයේ පිටුපසින් ඇති ආලෝකය LCD පික්සල් එක තුළින් අඩු වැඩි කොට එලියට යෑමට සැලැස්වීම පමණි). තවද, එල්ඊඩී ඩිස්ප්ලේ මතුපිට සිට ආලෝකය එලියට නිපදවා විමෝචනය කරන නිසා, එම ආලෝකය විශාල කෝණයකිනුයි (beam angle) පිටවන්නේ. ඒ කියන්නේ ස්ක්‍රීන් එක දර්ශනය කළ හැකියි පැත්තෙන් බැලීමෙනුත් (එල්සීඩීවල මෙම බීම් ඇන්ගල් එක අඩු නිසා එය දෙස පැත්තෙන් බැලූවිට හරිහැටි පෙනෙන්නේ නැත).



එල්ඊඩී ඩිස්ප්ලේවල විදුලිය වැය වීමද අඩුය. එක් එක් පික්සල් එකට යවන විදුලිය එම පික්සල් එකෙන් නිකුත් කරන ආලෝක ප්‍රමාණයට පමණක් ප්‍රමාණවත් වේ. එනිසයි විදුලි නාස්තියක් නැත්තේ. සාමාන්‍ය එල්සීඩී පැනල්වල තත්වය මීට වෙනස්ය. සාමාන්‍ය LCD panel වල පිටුපසින් **පසුආලෝකය (back-light)** ලෙස හැඳින්වෙන ප්‍රබල ආලෝක ප්‍රභවයක් තිබිය යුතුය. එල්සීඩී එක ඔන් කරපු වෙලාවේ සිට ඕෆ් කරන තෙක්ම මෙම බල්බය එකම විදියට දැල්වෙමින් තිබෙනවා. සාමාන්‍ය එල්සීඩී ස්ක්‍රීන්/පැනල් එකක් වැය කරන විදුලියෙන් වැඩිම කොටසක් වැය කරන්නේ මෙම බැක්ලයිට් එක සඳහායි. යම් මොහොතක තිරයේ දිස්වන්නේ කලුවර දර්ශනයක් කියා සිතන්න. මෙම අවස්ථාවේදී ස්ක්‍රීන් එකේ පික්සල්වලින් ආලෝකයක් පිටතට නිකුත් නොකළත්, බැක්ලයිට් එක නිමෙන්නේ නැත. මෙය විදුලිය අපතේ යෑමක් නේද?

ඉස්සර මෙම බැක්ලයිට් එක සඳහා ප්‍රභල විදුලි බල්බයක් යොදා ගත්තා. එහෙත් දැන් බැක්ලයිට් එක ලෙසත් යොදා ගන්නේ එල්ඊඩී බල්බ වැලකි. මෙවැනි එල්සීඩී ස්ක්‍රීන්/මොනිටර් තමයි LED LCD කියා හෝ නිකංම LED TV කියා හෝ පැමිණෙන්නේ. ඇත්තටම මෙහි විදුලිය බොහෝ පිරිමැසේ (මොකද එල්ඊඩීවලට පුලුවන් අඩු වොට් ගණනකින් වැඩි ආලෝකයක් ලබා දෙන්න). ඇත්තටම මෙවැනි LED TV යනු මොහොතකට පෙර අප කතා කළ LED display ලෙස වරදවා වටහ නොගත යුතුය. LED display යනු සෑම පික්සල් එකක්ම තනි තනි කුඩා එල්ඊඩී බල්බවලින් සෑදූ මුලින් සඳහන් කළ බොහෝ වාසි සහිත ස්ක්‍රීන් එකකි. මේ දෙවැනියට කතා කළ LED TV (ඇත්තටම මෙම නමද වැරදියි) යනු බැක්ලයිට් එක සඳහා පමණක් එල්ඊඩී යොදා ගන්නා සාමාන්‍ය LCD තාක්ෂණයට සෑදූ ඩිස්ප්ලේ එකකි.

Pulsing

එල්ඊඩී ගැන තවත් වැදගත් කරුණක් දැනගත යුතුය. විශේෂයෙන් ජවය වැඩි (high power) බල්බ හා දිගු කාලයක් එක දිගට දැල්වෙමින් පැවතිය යුතු බල්බවලට මෙම කරුණ ඉතාම වැදගත්ය. එල්ඊඩී බල්බයක් දැල්විය හැකි ආකාර දෙකක් තිබෙනවා - අඛණ්ඩ (continuous) හා ස්පන්දිත (pulsed).

අඛණ්ඩ ක්‍රමය යනු ඔන් කරපු වෙලාවේ සිට ඕෆ් කරන තෙක්ම නොකඩවා විදුලිය සැපයීමයි. බොහෝ වෙලාවට අප බල්බවලට විදුලිය සපයන්නේ මේ ක්‍රමයෙන් නේද? මෙය තමයි පහසුම හා සරලතම ක්‍රමය. නිකංම බැටරියට/ජව සැපයුමට රෙසිස්ටරයක් හරහා බල්බය සවි කිරීමට විතරයි තිබෙන්නේ. බල්බයෙන් ලැබෙන උපරිම ආලෝක ප්‍රමාණය මින් ලැබේ (ඊට අවශ්‍ය ධාරා ප්‍රමාණය ලැබේ නම්). මේ ක්‍රමයේදී විදුලිය වැය වීම වැඩියි (මොකද දිගටම එකසේ විදුලිය වැය කරනවනෙ). එනිසා රත්වීමද වැඩියි. එනිසාම බල්බයේ ආයු කාලය සීඝ්‍රයෙන් අඩු වේ (බල්බය ඉක්මනින් පිලිස්සී යයි). බල්බයේ වොට් ගණන වැඩි වන විට මේ සියල්ලම වැඩිපුර සිදු වේ. දල්වා තිබෙන කාලය වැඩි වූ විටද මේ සියල්ලම වැඩිපුර සිදු වේ.

ස්පන්දිත ක්‍රමය ඉහත ප්‍රශ්න සියල්ලටම විසඳුමයි. මෙහිදී විදුලිය අඛණ්ඩව සපයන්නේ නැත. කඩින් කඩ විදුලිය සපයයි. මෙහෙම සිතන්න. බල්බයට විනාඩියක් විදුලිය සපයා තවත් විනාඩියක් ඕෆ් කළොත් කොහොමද? එයත් පල්ස්ඩ් ක්‍රමය තමයි. මෙවිට, 50% ක් විදුලිය ඉතිරි වෙනවා නේද (මොකද මුලු කාලයෙන් භාගයක් ඕෆ් එකේ තියෙන නිසා)? එවිට රත් වූ බල්බය ඕෆ් කාලය තුලදී කූල් වේ. බල්බයේ ආයු කාලය වැඩි වේ. එහෙත් ලැබෙන ආලෝකය එතරම් ගුණාත්මක බවක් නම් නැහැ නේද? විනාඩියක් ආලෝකය සහිතවත් විනාඩියක් අඳුරේද සිටින්නට කවුරුත් කැමති නැත.

ඉහත ප්‍රශ්නය පහසුවෙන් විසඳාගත හැකියි. විනාඩිය වෙනුවට කුඩා කාල පරතරවලින් එය සිදු කළ හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස, මිලිතත්පරයක් ඔන් එකේද, ඊ ළඟ මිලිතත්පරය ඕෆ් එකේද, එහෙමත් නැතිනම් එක් මයික්‍රොතත්පරයක් ඔන් එකේද ඊළඟ මයික්‍රොතත්පරය ඕෆ් එකේද ආදී ලෙස මාරුවෙන් මාරුවට විදුලිය සපයන්න. මිලිතත්පරයක් අඳුරේ සිටීම අපේ ඇසට දැනෙන්නේද නැත. ඇත්තටම මිලිතත්පර 100 ක පමණ විශාල කාලයක් හෙවත් තත්පරයෙන් දහයෙන් පංගුවක් වුවද ඇසට දැනෙන්නේ නැත (හැබැයි ඊට වඩා වැඩි කාලයක වෙනසක් නම් ඇසට දැනෙනවා). ඉහත වාසි සියල්ලම මෙහිත් එලෙසම පවතිනවා. තිබූ එකම ප්‍රශ්නයද විසඳුණා.

එහෙත් පල්ස්ඩ් ක්‍රමයේදී අඳුරක් අමුතුවෙන් ඇසට නොදැනුනත්, ආලෝකය ඩිම් වී (අඩු වී) තිබෙන බව නම් දැනෙනවා මොකද ආලෝකයෙන් 50% විතරයිනෙ දැන් ඇසට ඇතුලු වෙන්නෙ.

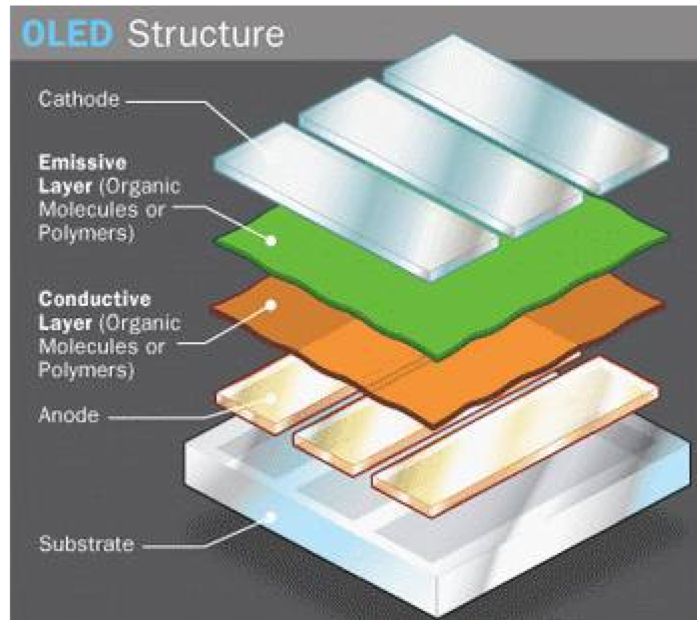
පල්ස්ඩ් ක්‍රමය **PWM (Pulse Width Modulation)** යන නමින්ද හැඳින්විය හැකියි. මෙම ක්‍රමයේ ප්‍රයෝජන බොහෝ ගණනක් තිබෙනවා, මෙලෙස බල්බ පත්තු කරන්නට යොදා ගන්නවාට අමතරව. මේ ගැන පසුව විස්තරාත්මකව විමසා බලමු.

මෙහි ඔන් එකේ කොතරම් කාලයක් (ON time) තියා ගන්නවාද, ඕෆ් එකේ කොතරම් කාලයක් (OFF time) තියා ගන්නවාද යන්න ඔබට සැකසිය හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස, ඔන් කාලය මිලිතත්පර 1 ක්ද, ඕෆ් කාලය මිලිතත්පර 3 ක්ද ලෙස ගත හැකියි. ඒ කියන්නේ බල්බයට විදුලිය ලැබෙන්නේ 25% ක කාලයක් තුළ පමණි (75% ක කාලයක් එය ඕෆ් එකේ පවතී). ඒ කියන්නේ බල්බයේ මුලු දීප්තියෙන් (brightness) 25% ක් තමයි දැන් ලැබෙන්නේ. මෙලෙස ආලෝකය 100% සිට 0% දක්වා ඕනෑම ප්‍රමාණයකින් ඩිම් කළ හැකියි ඔන් ඕෆ් කරන කාල පරාසයක් වෙනස් කිරීමෙන් (ආලෝකය ඔන් එකේ පවත්නා කාල ප්‍රතිශතය **duty cycle** ලෙස හඳුන්වනවා). ඩිම් වීම වැඩි වන තරමට ඉතිරිවන ශක්තියද වැඩි වන අතර රත්වීමද අඩු වේ. 100% මට්ටමට සකසනවා යනු පෙර කතා කළ අඛණ්ඩ ක්‍රමයට හැම අතින්ම සමාන තත්වයකි. මේ අනුව බල්බයේ ඩියුටි සයිකල් එක වෙනස් කිරීමෙන් බල්බය ඩිම් කළ හැකියි; එවිට විදුලි පිරිමැසීමද අවශ්‍ය ප්‍රමාණයට සකස් කළ හැකියි. LED dimmer පරිපථයක් කියාද මෙය හැඳින්විය හැකියි.

අධික වොට් ගණනක් පිට කරන එල්ඊඩී බල්බවල අනිවාර්යෙන්ම පල්ස්ඩ් ක්‍රමයට විදුලිය සැපයිය යුතුය (බල්බයේ නිෂ්පාදකයා ඊට අදාල තොරතුරු විස්තර පත්‍රිකාවක සඳහන් කරනවා). එල්ඊඩී ලේසර් බල්බ යොදා සකසන ආරක්ෂිත පද්ධති හෝ පැය 24 පුරාම ඔන් එකේ බල්බය දල්වා තිබෙන පරිපථවලද මෙම ක්‍රමයෙන් විදුලිය සැපයිය යුතුය. නැතහොත් දවස් කිහිපයකට සැරයක් ලේසර් බල්බය මාරු කිරීමට සිදු වේවි බල්බය තාපය නිසා පිලිස්සී යෑම හේතුවෙන්.

Organic LED (OLED)

සාමාන්‍ය එල්ඊඩී (හා ඩයෝඩ) සාදන්නේ ජර්මේනියම්, සිලිකන්, ඉන්ඩියම් තැලියම් වැනි අකාබනික (inorganic) මූලද්‍රව්‍ය හා සංයෝගවලිනි. එහෙත් අර්ධසන්නායක ගතිගුණ පෙන්වන කාබනික සංයෝගද පසුකාලීනව සොයා ගත්තා. මෙවැනි සමහර කාබනික සංයෝගවලින් සාදපු ඩයෝඩ සන්ධිවලින්ද ආලෝකය විමෝචනය කරනවා. මෙලෙස සාදපු ඩයෝඩ කාබනික එල්ඊඩී (OLED) ලෙස හැඳින්වෙනවා. එල්ඊඩී ඩිස්ප්ලේ බහුලවම දැන් සාදන්නේ ඕලෙඩ් තාක්ෂණයෙන්ය. ඇත්තටම මෙහි ක්‍රියාකාරිත්වය තරමක් සංකීර්ණයි. එහෙත් දළ වශයෙන් පහත රූපයේ දැක්වෙන්නේ එහි ක්‍රියාකාරිත්වයයි.



මෙහිදී ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙක මැදිකොට තිබෙන කාබනික ද්‍රව්‍ය ස්ථරයක් (හෝ ස්ථර දෙකක්) විසින් නිකුත් කරන ආලෝකය පිටතට යෑමට එක් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් පාරදෘෂ්‍ය (transparent) කර තිබෙනවා (පාරදෘෂ්‍ය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ පහසුවෙන් සෑදිය හැකියි). අවශ්‍ය නම් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙකම පාරදෘෂ්‍ය කළ හැකියි. එවිට, එවැනි ඩිස්ප්ලේ එකකින් රූපයක් දර්ශනය කරන අතරම වීදුරුවකින් මෙන් එහා මෙහා බැලියද හැකියි. මෙම හැකියාව නිසා ඕග්මන්ටඩ් රියැලිටි (augmented reality) නම් තාක්ෂණය වැඩි දියුණු වී ඇත.



සටහන
රසායනික විද්‍යාවේදී සියලුම රසායනිකයන් මූලිකව කාබනික (organic) හා අකාබනික (inorganic) ලෙස දෙකොටසකට බෙදා දක්වනවා. කාබනික ද්‍රව්‍ය යනු කාබන් නම් තනි මූලද්‍රව්‍ය පදනම් කර ගෙන සාදනු ලබන රසායනික සංයෝගයි (කාබන් සහසංයුජ බන්ධනවලින් බන්ධන සාදා තිබේ). සියලුම ශාක හා සත්ව කොටස් මේ අනුව කාබනික සංයෝග වේ (මොකද කාබෝහයිඩ්‍රේට්, ප්‍රෝටීන්, හා මේදය යන ප්‍රධාන ජීව සංඝටක සෑදෙන්නේ කාබන් පදනම් කරගෙනයි). කාබන් හවුල්වන්නේ නැති සංයෝග අකාබනිකයි.

කාබනික සංයෝගත් ඒවා බන්ධන සාදන ආකාරය අනුව විවිධ කාබනික රසායනිකයන් කාණ්ඩවලට බෙදා දක්වනවා (ඇරෝමැටික, ඇලිපැටික ආදී). විශේෂයෙන් ඔලෙඩ් තාක්ෂණයේදී වැදගත් වන්නේ ඇරෝමැටික නම් කාබනික රසායනය කාණ්ඩයයි. මේවායේ විශේෂත්වය නම්, වර්ණ (හා රස) වර්ග මේවා මඟින් පහසුවෙන් සාදා ගත හැකි වීමයි. ප්‍රසිද්ධම ඇරෝමැටික සංයෝගය බෙන්සීන් (Benzene) වේ.

මෙවැනි ඩයෝඩ ඉතාම තුනියට (කඩදාසියකටත් වඩා තුනියට) සෑදිය හැකියි. ශක්තිමත්වත් සෑදිය හැකියි. එනිසා, මෙවැනි ඔලෙඩ් තාක්ෂණයෙන් සාදපු ඩිස්ප්ලේ තුනී ප්ලාස්ටික් කැබැල්ලක් සේ නැමිය හැකියි (flexible).



මේවායේ ජීව කාලය අකාබනික එල්ඊඩී තරම් දීර්ඝ නැත (තාක්ෂණය දියුණුවත්ම මේවා තවදුරටත් වැඩිදියුණු වේවි). සමහරවිට ඔබ දැක ඇති ෆෝන්වල/ලැප්ටොප්වල ඩිස්ප්ලේ ගැන විස්තර කරන විට AMOLED (Active Matrix OLED) හා PMOLED (Passive Matrix OLED) යනුවෙන් වචන දෙකක්. මේ දෙකෙන්ම කියන්නේ එම ඩිස්ප්ලේ එක සාදා තිබෙන්නේ ඔලෙඩ්වලින් බව.

සටහන
ඔග්මන්ටඩ් රියැලිටි යනු නවීන ප්‍රයෝජනවත් තාක්ෂණයකි. ඔබ වීදුරු කැබැල්ලකින් බැලූවිට පැහැදිලිව එහා පැත්ත පේනවානෙ. පෙර සඳහන් කළ පරිදි වීදුරු මෙන් එහා මෙහා පෙනෙන ඩිස්ප්ලේ කැබැලි සෑදිය හැකියි ඔලෙඩ්වලින්. දැන් මෙම ඔලෙඩ් කැබැල්ල බැලූබැල්මට නිකංම වීදුරු කැබැල්ලකි. එහෙත් මෙය ඩිස්ප්ලේ එකකි. ඒ කියන්නේ මෙම ඩිස්ප්ලේ එක මත අකුරු හා රූප දර්ශනය කළ හැකියි. දැන් මේ හැකියාව සහිත ඔලෙඩ් වීදුරුවලින් උපැස් යුවලක් සෑදුවොත් ඉන් ප්‍රයෝජන ගත හැකියි නේද? සාමාන්‍ය වෙලාවට එහි කිසි දර්ශනයක් නොමැත. නිකංම වීදුරුවක් සේ තිබේ. එහෙත් අවශ්‍ය වෙලාවට ඒ මතට විවිධ දර්ශන ලබා ගත හැකියි. එවිට එය ඇසට සවි කළ කුඩා ටීවී එකක් මෙන් ක්‍රියා කරනවා. එම දර්ශනය ඔබට අවශ්‍ය මැප් එකක් විය හැකියි. එවිට අමුතුවෙන් කොල දිග හැරගෙන හෝ පරිගණකයක් වැනි උපාංගයක් ඔන් කරගෙන මැප් එක බැලීමට අවශ්‍ය නැත. එය ඔබේ ඇස ඉදිරියටම පැමිණේ. මෙම දර්ශන පෙනෙන අතරම කන්නාඩියෙන් එහා පැත්තේ පසුබිමද දර්ශනය වෙනවා (එය හරියට වීදුරු කැබැල්ලක් මත මාර්කර් පෑනකින් කුමක් හෝ ඇඳ ඒ

තුලින් බලනවා වාගෙයි; පැනෙන් ඇඳපු එකයි වීදුරුවෙන් එහා පැත්තේ තිබෙන එකයි දෙකම දැන් පෙනේ.)

යුධ, ඉංජිනේරු, වෛද්‍ය ආදී වැඩවලට මෙය කදිමට යොදා ගත හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස, ඔබ ඉංජිනේරුවකු නම්, ඔබ දැන් බලන උපාංගය ගැන තොරතුරු ඉබේම මෙම ඩිස්ප්ලේ එකේ දර්ශනය වේවි. අමුතුවෙන් පොත්/මැනුවල් පෙරල පෙරලා බැලීමට අවශ්‍ය නැත. මේ විදියට මින් ගත හැකි ප්‍රයෝජන විමසා බලන්න.

රියැලිටි (යථාර්ථය) යනු ඔබේ ඇස, කන, නාසය ආදී ඉන්ද්‍රියන්ගෙන් ඔබට දැනෙන දේය. ඔබ යම් දෙයක් ඇසින් දුටු විට, ඔබට එය දැක්ක බවට විශ්වාසයිනෙ. එනම් එය යථාර්ථයයි (දාර්ශනික පැත්තෙන් යථාර්ථය යනු ගැඹුරු දෙයක් වුවත්, සාමාන්‍ය ජීවිතයේදී යථාර්තය යනු ඉන්ද්‍රියන්ට දැනෙන දේවල් වේ). ඉතිං ඔබ නිකංම ඇසින් දකින යථාර්ථය (වස්තූන්) තවදුරටත් විස්තර කරනවා (augment) ඉහත ආකාරයට ඩිස්ප්ලේ එකකින්. එනිසයි මෙම තාක්ෂණයට augmented reality යන ලැබී තිබෙන්නේ.

එහා මෙහා පෙනෙන ස්ක්‍රීන්වලින් පමණක් නොව, කැමරා තාක්ෂණය යොදාගෙනද ඕග්මන්ටඩ් රියැලිටි ලබා ගත හැකියි. එනම්, ඔබ කැමරාවකින් යම් දෙයක් දෙස බලන විට, එවිටද පෙර සේම ඒ ගැන වැඩි විස්තර එම රූප අසලින් දර්ශනය වේවි.

මේ දෙයාකාරයෙන්ම ඕග්මන්ටඩ් රියැලිටි ක්‍රියාත්මක වීමට පසුබිමින් පරිගණක හා පරිගණක ජාල (අන්තර්ජාල) තාක්ෂණයේ උපකාරයද නැතිවම බැරිය. දැකපු දේවල් පරිගණක ජාලයක් හරහා පරිගණකයකට යොමු කර, එම දර්ශනයට අදාල වැඩිපුර විස්තර එම පරිගණකයෙන් තමයි ඩිස්ප්ලේ එකට ලැබෙන්නේ.

මේ සමගම ඔබට අතථ්‍ය යථාර්ථය (virtual reality) යන නමත් ඇසී ඇති. මෙය තරමක පැරණි සංකල්පයකි. මෙහිදීද ඔබට දකින්නට (දැනෙන්නට) සලස්නවා යම් යම් දේවල්. ඔබට පෙනෙන දේවල් ඉතිං යථාර්ථය ලෙස පිළිගන්නට ඔබේ මොලය සූදානම්නේ. එහෙත් මෙහිදී පෙන්වන්නේ ඇත්තටම පවතින දේවල් නොව. පරිගණකයක් මඟින් කෘත්‍රිමව සාදපු දර්ශනයන්ය. මෙම දර්ශන ඇත්තටම තිබෙන රූප මෙන්ම ඇසට ත්‍රිමාණව දර්ශනය කළ හැකියි (වර්චුවල් රියැලිටි සඳහා ත්‍රිමාණ රූප හා ත්‍රිමාන ශබ්ද අවශ්‍ය වේ). එවිට, එම දර්ශන සත්‍ය ලෙස මොලය විසින් සලකනවා. එහෙත් ඒවා සත්‍ය දර්ශන නොවේ. එනිසයි මීට අතථ්‍ය (සත්‍ය නොවන) යථාර්ථය යන නම ලැබී තිබෙන්නේ.

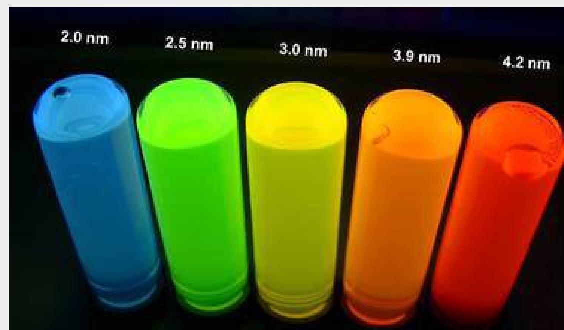
මෙම තාක්ෂණයද ඉතාම ප්‍රයෝජනවත්. වෛද්‍යවරුන්, ගුවන් නියමුවන්, ඉංජිනේරුවන් ආදී වෘත්තිකයන්ට මින් විපුල ප්‍රයෝජන ඇත. උදාහරණයක් ලෙස, ගුවන් නියමුවන් පුහුණු කරන විට, දැනටත් මෙම තාක්ෂණය තමයි යොදා ගන්නේ. ඔවුන්ට මූලික දැනුම ලබා දී "බොරු ප්ලේන් එකකට" නග්ගවා ප්ලේන් එක පදවන්නට දෙනවා. එහෙත් ඇත්තටම ප්ලේන් එක යන්නේ නැත. එහෙත් පයිලට්ට දැනෙන්නේ එය තමන් විසින් පදවන බවයි. එනිසා ඔහු අතින් යම් වැරදීමක් නිසා ප්ලේන් එක අනතුරට පත් වී දේපලත් ජීවතයත් දෙකම අනතුරට පත්වීම වැලකේ. මෙවැනි වර්චුවල් රියැලිටි යොදාගෙන කරන පුහුණුවීම් කරන උපකරණ **Simulator** (සිම්‍යුලේටර්) යන වචනයෙන් හඳුන්වනවා. මෙලෙසම වෛද්‍ය ශිෂ්‍යන්ට සැත්කම් කරන අයුරු පුහුණු කළ හැකියි. විනෝදෙටත් මෙය යොදා ගත හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස, සැබෑ ජීවිතයේදී ඔබට ප්ලේන් එකක් පැදවීමට අවස්ථාවක් නැති අතර, එහෙත් මෙවැනි සිම්‍යුලේටරයකින් එම අත්දැකීමම ලැබීමට ඔබට අවස්ථාව ඇත. නොමිලේ මෙන්ම අධික මිලකට පරිගණක වැඩසටහන් මේ සඳහා ඕනෑ තරම් තිබේ (බොහෝ අය මේවා ගේම්ස් ලෙසද සලකනවා නොදැනුවත්කමට).

සටහන

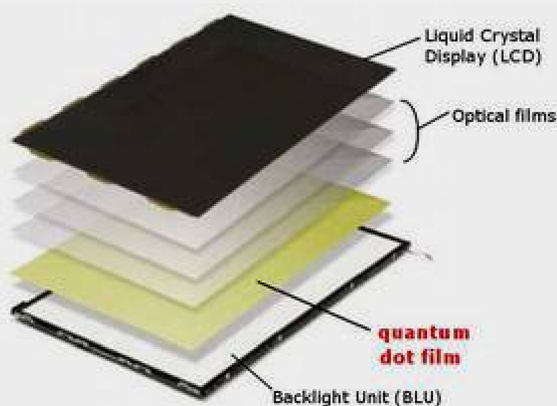
Quantum Dot LED

මෙයත් නවීනතම තාක්ෂණය ක්‍රමයකි. නැනෝතාක්ෂණය යොදාගෙනයි මේවා සාදන්නේ. එහෙත් මෙහි ක්‍රියාකාරිත්වය පැහැදිලි කළ හැක්කේ ගැඹුරු විද්‍යා ක්ෂේත්‍රයක් වන ක්වන්ටම් විද්‍යාව ආශ්‍රයෙන් නිසා මෙම නම ඊට ලැබී ඇත.

සරලව පැවසුවොත් මෙහි ක්‍රියාකාරිත්වය ඉතාම සරලය. ඉතා කුඩා (නැනෝමීටර් පරාසයෙ) අංශුවක් ගතහොත් ඒ තුළින් ආලෝකයක් යවන විට, ඔබට යම් වර්ණයක් පෙනේවි. එම අංශුවේ සයිස් එක වෙනස් කළ විට, ඔබට පෙනෙන වර්ණය වෙනස් වේ. මෙම ස්වාභාවිකව සිදුවන සංසිද්ධිය යොදාගෙන තමයි ක්වන්ටම් ඩොට් ලෙඩ් තාක්ෂණය සාදා තිබෙන්නේ. මෙවැනි කුඩා ඩොට් ක්වන්ටම් ඩොට (QD) ලෙස හැඳින්වේ.



ක්වන්ටම් ඩොට් එකේ (අංශුවේ) විශ්කම්භය (සයිස් එක) වැඩි වන විට, ඉන් ලැබෙන ආලෝකයේ තරංග ආයාමය වැඩිය (ඉහත රූපය බලන්න). සුදුසු වර්ණ කිහිපයක් ඉතා පහසුවෙන් ක්වන්ටම් ඩොට් ක්‍රමයෙන් නිපදවා, සුපුරුදු ලෙස මෙම වර්ණ එකිනෙකට මිශ්‍ර කර වෙනත් ඕනෑම වර්ණයක් නිපදවිය හැකියි.



මේවායේ විදුලි වැයවීම ඉතාම අඩු අතර රූපවල පැහිදිලිකම හා වර්ණවත්බව වැඩිය. QD display සඳහා බැක්ලයිට් හා LCD තාක්ෂණය යොදා ගන්නවා. ඩොට් වලින් කරන්නේ බැක්ලයිට් එකේ සිට එන ආලෝකයෙන් නිශ්චිත වර්ණ සෑදීම පමණි. එසේ සාදන වර්ණ කන්ට්‍රෝල් කිරීමට (ඩොට්වලින් එන වර්ණයේ දීප්තිය අඩු වැඩි කිරීමට) LCD සෙල් යොදා ගත හැකියි.

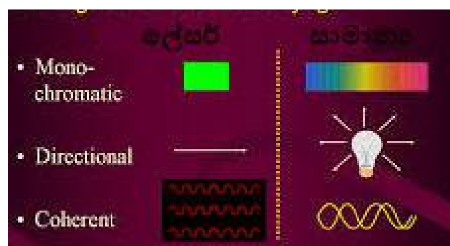
LASER LED

LASER යනු Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation යන්නෙහි කෙටි කරපු වචනයයි (ඇත්තටම එම දිග වචනය තුළ ලේසර් යනු කුමක්දැයි කෙටියෙන් ඇත; එහෙත් එය තේරුම් ගැනීමට භෞතික විද්‍යාව ගැන දැනීමක්ද අවශ්‍ය වේ). ලේසර් කියන්නේද ආලෝකයම තමයි. ඔබ දකින ආලෝකයට වඩා අමුතු ආලෝකයක් නොවේ එය. එහෙත් එම ආලෝකය සකසා තිබෙන විදිය නිසා ඊට යම් විශේෂත්වයක් ලැබී තිබේ.

සාමාන්‍ය බල්බයක් ගන්න. එම බල්බයෙන් ආලෝකය දසත විසිරෙනවා. ඔබට හැකි නම් මෙලෙස හැම අතටම විහිදෙන ආලෝකය ඉතා කුඩා තුනී ආලෝක කදම්භයක් බවට පත් කරන්නට, එම ආලෝකය අතිවිශාල ගුණයකින් ප්‍රබල තත්වයට පත් වෙනවා. ලේසර් ආලෝකයේ ප්‍රමුඛ විශේෂත්වය එයයි. මෙම කුඩා ආලෝක කදම්භය අපසාරී හෝ අභිසාරි වන්නේ නැතිව දිගටම සමාන්තරව ගමන් කරනවා (එවැනි කදම්භයක් **collimated beam** ලෙස හඳුන්වනවා). එය හරියට සටනකදී සෙබලුන් එකම දිශාවකට යොදවනවා වාගේ. හැම පැත්තටම සෙබලු යවනවාට වඩා එක් පැත්තකට ඒ සියලු සෙබලුන් යොමු කළ විට, එම දිශාව ඔස්සේ පමණක් යුධ පෙරමුණ ශක්තිමත් වෙනවා. ලේසර්වලට යකඩ ආදිය පවා කැපීමට තරම් බලයක් ලැබී තිබෙන්නේ මේ හේතුව නිසාමය. (සාමාන්‍යයෙන් යකඩ හෝ වෙනත් දේවල්) කැපීමට ගන්නා ලේසර් ආලෝකය ඇසට පෙනෙන්නේ නැති තරමට (කෙස් ගහක් තරමට) සිහින් වේ.

ඊට අමතරව ලේසර් ආලෝකයේ තිබෙන්නේ "එක් තරංග ආයාමයක් සහිත" විද්‍යුත්චුම්භක තරංගයි (monochromatic). මෙම ලක්ෂණය විද්‍යාත්මක පර්යේෂණවලට මෙන්ම තාක්ෂණයේදීද ඉතාම වැදගත්ය (විද්‍යා දැනුමක් නැතිනම් එකවර එහි වටිනාකම නොදැනේවි). උදාහරණයක් ලෙස, ආලෝකයේ වෙනස් වෙනස් තරංග ආයාම එකට පවතින විට, එම ආලෝකය කාච හෝ ප්‍රකාශ තන්තු වැනි ද්‍රව්‍ය හරහා යන විට "දඩබ්බර" විදියට හැසිරේ (එකම මාර්ගයේ ගමන් කරනවා වෙනුවට එක් එක් තරංග ආයාමයන් වෙනස් මාර්ගවල ආලෝක කිරණ ගමන් කරයි). මෙම මොනෝක්‍රොමැටික් ලක්ෂණය සාමාන්‍ය එල්ඊඩීවලද ස්වභාවයෙන්ම පිහිටන බව අප මුලින් ඉගෙන ගත්තා මතකද?

තවද, ලේසර් උපකරණයෙන් පිටවන ආලෝකයේ ගමන් කරන ආලෝක තරංග සියල්ලම එක සීරුවට ගමන් කරයි (එනම් මේ සියලු තරංගවල විස්තරායන් එක මත එක සමපාත වේ). මෙය සංගත (**coherent**) ආලෝක කම්භයක් ලෙස හැඳින්වේ. මෙයද බොහෝ විද්‍යාත්මක යෙදුම්වලට ප්‍රයෝජනවත් ගුණයකි.



ඉහත ගතිගුණ කිහිපය සහිත නිසා තමයි ලේසර්වලින් බොහෝ ප්‍රයෝජන ගත හැකිව තිබෙන්නේ.

ලේසර් ආලෝකය ඉතා තුනී (කෙස් ගහක් තරමට) කදම්භයක් ලෙස සකස් කර ගතහොත් ලෝහ කැපිය හැකි තරමේ වුවද ශක්තියක් ඊට ලබා ගත හැකියි. ලෝහ, ප්ලාස්ටික්, ලී, රෙදි ආදිය අවශ්‍ය හැඩවලට ඉක්මනින් කැපීමට දැනටත් ලේසර් යොදා ගන්නවා. අතින් හෝ වෙනත් කැපෙන රෝද, කතුරු ආදිය යොදාගෙන කපනවාට වඩා සියදහස් ගණනක වේගයෙන් මෙය සිදු කළ හැකියි. තවද, පරිගණකයක් මඟින් ප්‍රින්ටරයකින් ස්වයංක්‍රියව ප්‍රින්ට් කරන්නා සේ, පරිගණකයකින් මෙම කැපීම ස්වයංක්‍රියාව සිදු කරගත හැකිය.

සටහන

දැනටත් ඇඟලුම් කර්මාන්තයේ ලේසර් මඟින් රෙදි කැපේ. මෙහිදී රෙද්ද කැපෙන විට ගිනි ගන්නේ නැද්දැයි ඔබට සිතෙනු ඇත. සාමාන්‍යයෙන් රෙද්දක් ගිනිකූරක් හෝ හඳුන්කූරකින් පුච්චා කපන විට නිතරම ගිනි ගැනීමට ලක් වෙන බව ඔබ දැක ඇති. එහෙත් ලේසර්වල එසේ නොවේ. කතුරකින් කපන්නා සේ තියුනුව නමුත් ගිනි ගැනීම්වලින් තොරව ඒවා කැපේ. ඊට හේතුව මෙයයි. ඕනෑම ද්‍රව්‍යක් එකවරම වාෂ්ප බවට පත් කළොත් කිසිදු ගිනි ගැනීමක් සිදු නොවේ. ලේසර් කදම්භයේ තිබෙන අධික ශක්තිය/තාපය නිසා රෙදි වැනි පහසුවෙන් දැල්වෙන ද්‍රව්‍ය ලේසර් කිරණ වදින වදින තැන වාෂ්ප වී යනවා.

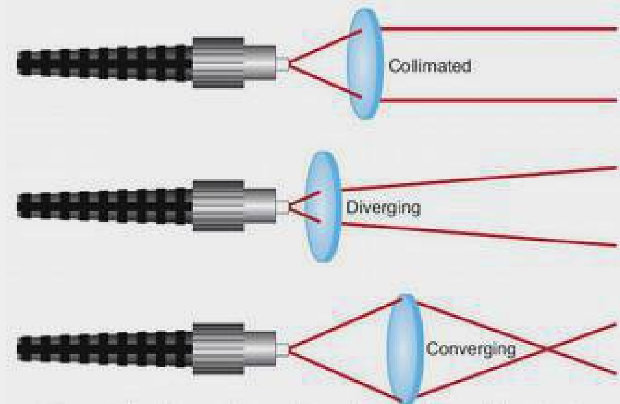
කිලෝමීටර් දහස් ගණන් දුරට ලේසර් ආලෝකය හානි නොවී ගමන් කරනවා. (ඔබේ සාමාන්‍ය ටෝච් එක එතරම් දුරකට ආලෝකය එල්ල කළ හැකිද?) උදාහරණයක් ලෙස, පොළොව හා හඳ අතර දුර ඉතා නිවැරදිව ගණනය කළේ ලේසර් කදම්භයක් සඳේ සවි කරපු "රිට්‍රෝරිෆ්ලෙක්ටර්" එකකට (retro-reflector) පොළොවේ සිට යවා එය නැවත පරාවර්තනය වී පොළොවට ඒමට ගත වූ කාලය මැනීමෙනි (රෙට්‍රෝරිෆ්ලෙක්ටර් යනු ඊට ලැබෙන ආලෝකය නැවත ඊට පතිත වූ ආලෝකයේ දිශාව ඔස්සේම පරාවර්තනය කළ හැකි පරාවර්තකයකි).

මෙම හැකියාව ලේසර්වලට ලැබී ඇත්තේ හේතු 2 ක් නිසාය. තුනී ලේසර් කදම්භය තුළ ෆෝටෝන අතිවිශාල ගණනක් ඇත (එකා පිටුපස එකා බැගින් සොල්දාදුවන් සිටී). රික්තයක් තුළ නම් තනි ෆෝටෝනය වුවද අනන්ත දුරක් ගමන් කරනවා (කුඩා තිත් මෙන් පෙනෙන ඈත තරුවල සිට ආලෝක වර්ෂ සියදහස් ගණන් සිට එන ආලෝකය අපේ ඇසට පෙනෙන්නේ අභ්‍යවකාශය රික්තයක් නිසාය). එහෙත් වායු ආදී පදාර්ථ තුළින් යන විට එම අංශු විසින් ෆෝටෝන උරා ගන්නවා. ඉතිං ලේසර් තුළ අතිවිශාල ෆෝටෝන ගණනක් තිබෙන නිසා එසේ උරා ගත්තද තවදුරටත් බොහෝ දුරක් ගමන් කිරීමට තරම් ෆෝටෝන එතැන තිබෙනවා (ඉදිරියේ සිටින සොල්දාදුවන් මැරෙද්දී පිටුපසින් තවත් සොල්දාදුවන් තව තවත් සිටිනවා වැනි). දෙවැනි කාරණය නම්, ලේසර් ආලෝකය දළ වශයෙන් ලේසර් උපකරණයෙන් පිට වන්නේ සමාන්තරවයි (එනම් පිටවන ආලෝකය අභිසාරී හෝ අපසාරී නොවේ). එය අභිසාරී හෝ අපසාරී වුවොත් දුරත් සමඟ එම ආලෝකය වැඩි ප්‍රදේශයක් පුරා පැතිරී යනවා. එවිට ආලෝකය දියාරු වෙනවා.

සටහන

සුදුසු කාච (lens) යොදා ආලෝකය ගමන් කරන ආකාරය පාලනය කළ හැකියි. ආලෝකය ඉදිරියේදී යම් ලක්ෂ්‍යයකදී හමුවන ලෙස සකස් කළ හැකියි. මෙය **අභිසාරීවීම (convergence)** ලෙස

හැඳින්වේ. එලෙසම ආලෝකය ඉදිරියට යන විට එකිනෙකට ඈත්වන පරිදි කාච සෑදිය හැකියි. මෙය **අපසාරීවීම (divergence)** ලෙස හැඳින්වෙනවා. තවද, අභිසාරී හෝ අපසාරී නොවී දිගටම සමාන්තරව ආලෝක කදම්භයක් ගමන් කිරීමට හැකි පරිදි කාච සෑදිය හැකියි. මෙය **collimation** ලෙස හැඳින්වෙනවා.



අපසාරී වීමට සමාන දෙයක් අභිසාරී වීමේදී සිදු වෙනවා අභිසාරී ලක්ෂ්‍යයෙන් පසුව (ඉහත රූපයේ යටම අවස්ථාව). එනම් එම ලක්ෂ්‍යයෙන් පසුව නැවත ආලෝකය එකිනෙකට ඈත් වන්නට ගන්නවා.

උදාහරණයක් ලෙස ඔබේ ටෝච් එකේ ආලෝකය පවා සඳට යා හැකියි (වායු ගෝලය නොමැති වූවා නම්). එහෙත් ඒ සියලු ෆෝටෝන සඳ මතට පතිත වුවත්, එය හඳේ සිටින කෙනෙකුට නොපෙනේ. ඊට හේතුව පොළොවේ සිට හඳට තිබෙන විශාල දුර ගෙවා යන අතරේ ඔබේ ටෝච් ආලෝකයේ පැතිරීම එන්න එන්න විශාල වේ. සඳට එය පතිත වන විට, සමහරවිට එම ආලෝකය මුලු සඳ මතුපිටම වැටෙන සේ විශාල වී තිබිය හැකියි. පොඩි ආලෝකයක් විශාල පෙදෙසක් පුරාවට පැතිරුණු විට එම ආලෝකය නොපෙනේ (එය හරියට මුහුදට සීනි හැන්දක් හැලුවා වාගේ; මුලු මුහුදු වතුරෙම දැන් සීනි දිය වී ඇතත් කිසිදු සීනි රසයක් ඇති නොවේ). සාමාන්‍ය ආලෝකයට වැඩි දුරක් යන්නට ලැබෙන්නේ නැත්තේත් ලේසර් ආලෝකයට එතරම් දුරක් යන්නට හැක්කේත් මේ හේතු දෙක නිසාය.

ලේසර් තාක්ෂණය යොදා ගන්නා අවස්ථා කියා නිම කළ නොහැකි තරමට තිබේ (ඒවා ගැන විමසා බලන්න). කැපීම, ඉතා නිවැරදිව දුර මැනීම, ආරක්ෂිත වැටවල් සෑදීම, මුද්‍රණ කටයුතුවලට යොදා ගැනීම (laser printing), අක්ෂර/රූප හඳුනා ගැනීම (machine vision හා laser scanning), අංශුවල උෂ්ණත්වය ඉවත් කිරීම (laser cooling), දත්ත සන්නිවේදනය (fiber optics), සැත්කම් සිදු කිරීමට, ශරීර අභ්‍යන්තරයේ අහිතකර කොටස් ඉවත් කිරීමට, සමේ කැලැල් ඉවත් කිරීමට, භූමිය මතුපිට ස්කෑන් කර භූ සිතියම් සෑදීමට (LIDAR), වෙඩි තිබීමේදී ඉලක්ක ලබා ගැනීමට හෝ දේවල් පෙන්වීමට (laser guidance හා pointer), විනෝදාත්මක කටයුතු ආදී යෙදුම් සිය දහස් ගණනක් මෙහි තිබේ.

මෙතරම් වටිනාකම් තිබෙන ලේසර් ආලෝකය නිපදවන ක්‍රම ගණනාවක් තිබේ. ලේසර් නිපදවීමට යොදා ගන්නා ද්‍රව්‍ය හෝ ක්‍රමවේදය අනුව ලේසර් නම් කෙරෙනවා (කාබන් ඩයොක්සයිඩ් ලේසර්, රූබි ලේසර්, ඩයි ලේසර් ආදී ලෙස). ඒ අතරින් එකක් තමයි ලේසර් ඩයෝඩය; එනම් අර්ධසන්නායක ලේසර් (**semiconductor laser**). Laser module ලෙස මේවා මිලදී ගත හැකියි. මෙයත්

සාමාන්‍ය LED වැඩ කරන ක්‍රමයටමයි වැඩ කරන්නේ. එහෙත් මෙම ආලෝකයට ඉහත පෙන්වා දුන් ගතිලක්ෂණ ඇති කරනවා පීඑන් සන්ධියේ පොඩි උපක්‍රම කිහිපයක් යෙදීමෙන්. එවිට, සාමාන්‍ය ආලෝකය වෙනුවට ලේසර් ආලෝකය ඉන් පිට වෙනවා. විවිධ වර්ණ (තරංග ආයාම) වලින් යුතු එල්ඊඩී පවතින නිසා, එම තරංග ආයාමවලින්ම යුතු ලේසර්ද ඒ අනුව පවතිනවා. රතු, කොළ, අධෝරක්ත ලේසර් මේ අතර ප්‍රචලිතයි.

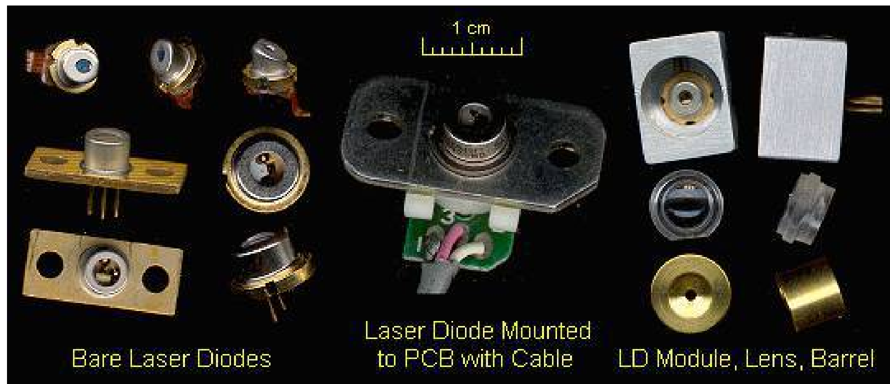
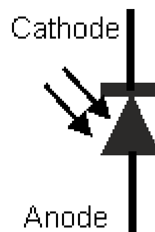
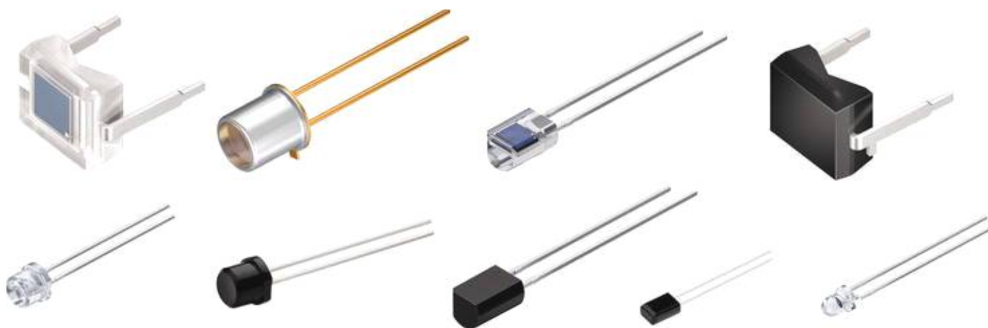


Photo Diode



ඉහත දැක්වෙන්නේ මෙහි සංකේතයයි. ප්‍රකාශ ඩයෝඩය (ෆොටෝ ඩයෝඩය) යනු ආලෝකයට සංවේදී ඩයෝඩයකි. මෙවැනි ඩයෝඩ සෑදීමට ගන්නා අර්ධසන්නායක ද්‍රව්‍ය ආලෝකයට වැඩිපුර සංවේදී වේ. එනම්, එම ද්‍රව්‍ය මතට ආලෝකය වැටුණු විට ඉලෙක්ට්‍රෝන-සිදුරු ඇති වේ (තාපය නිසා ඉලෙක්ට්‍රෝන-සිදුරු යුගල ඇති වූ ලෙසම). පහත දැක්වෙන්නේ ප්‍රකාශ ඩයෝඩ කිහිපයකි.



ඇත්තටම ඕනෑම පීඑන් සන්ධියක් ආලෝකයට/විද්‍යුත්චුම්භක කිරණවලට සංවේදී වේ (සාමාන්‍ය ඩයෝඩ හා ට්‍රාන්සිස්ටර් පවා). එහෙත් පීඑන් සන්ධි සහිත සාමාන්‍ය ඩයෝඩ හා ට්‍රාන්සිස්ටර් ආදී උපාංගවල සන්ධිය කිරණවලට නිරාවරණය නොවන සේ කලු පාට ඇඩි ප්ලාස්ටික් ද්‍රව්‍යකින් වසා තිබෙනවා (කේසිං එක). දැන් කිරණ සන්ධිය මතට නොවැටෙන නිසා මෙම උපාංග ප්‍රකාශ ඩයෝඩ මෙන් ක්‍රියා කරන්නේ නැත (එසේ ක්‍රියා කළා නම් පරිපථ සම්පූර්ණයෙන්ම අවුල් වී යාවි). එහෙත් අධිසංඛ්‍යාත කිරණවලට ප්ලාස්ටික් ආදී ද්‍රව්‍ය පවා විනිවිද යෑමේ හැකියාවක් තිබෙනවා (ඒකනෙ X කිරණ සම හරහාත් විනිවිද යන්නෙ). මෙවැනි අධිසංඛ්‍යාත කිරණවලට නිරාවරණය වූවොත් නම් තරමක ප්‍රශ්නයක් වේවි. පරිපථ අවුල් වී විශාල ව්‍යසනයන් පවා සිදුවිය හැකියි (රෝහලක ඇති වෛද්‍ය උපකරණ, ගුවන් යානා, විශාල යන්ත්‍රවල ආදියෙහි පරිපථ අවුල් වූ විට සිදු විය හැකි දේවල් සිතා බලන්න).

තවද, LED වල භාහිර ආවරණය වීදුරු වැනි විනිවිද යන ද්‍රව්‍යවලින් සාදා තිබෙන බැවින්, එල්ඊඩීය මතට ආලෝකය වැටෙන විට එහි අග්‍ර දෙකෙහි විදුලියක් ජනිත වෙන එක වැලැක්විය නොහැකිය (එනම් බල්බය ප්‍රකාශ ඩයෝඩයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි). ප්‍රකාශ ඩයෝඩයක් නැති හදිසි අවස්ථාවක එල්ඊඩියක් යෙදිය හැකියි නේද? ඊටත් අමතරව වෙනත් භාවිතයන් ගැන නිර්මාණශීලීව සිතා බලන්න.

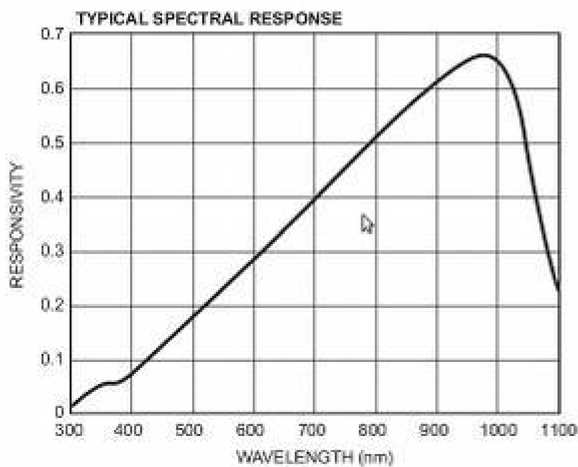
සෑම සන්ධියක්ම විද්‍යුත්චුම්භක කිරණවලට එකම ආකාරයේ සංවේදිතාවක් දක්වන්නේ නැත. යොදා ගන්නා අර්ධසන්නායක ද්‍රව්‍ය මත මෙම ප්‍රතිචාරය වෙනස් වේ. සමහරක් අර්ධසන්නායක අධෝරක්ත කලාපයට වැඩි සංවේදිතාවක් තිබේ. සමහර අර්ධසන්නායක ද්‍රව්‍ය දෘෂ්‍යාලෝකයට වැඩි සංවේදිතාවක් දක්වයි. සමහරක් පාරජම්බුල කලාපයට සංවේදී වේ. විද්‍යුත්චුම්භක කිරණවල යම් තරංග ආයාමයකට හෝ ආයාම පරාසයකට මෙලෙස විශේෂ සංවේදිතාවක් දැක්වීම, එම අර්ධසන්නායක ද්‍රව්‍යයේ **වර්ණාවලි සංවේදිතාව (spectral sensitivity)** ලෙස හැඳින්විය හැකියි. (වර්ණාවලිය/ස්පෙක්ට්‍රම් යනු විද්‍යුත්චුම්භක කිරණ පරාසයට පොදුවේ කියන නම වන අතර, ස්පෙක්ට්‍රල් යන්නට "එම ස්පෙක්ට්‍රම් එකට අදාළ/අයිති" යන තේරුම ඇත.)

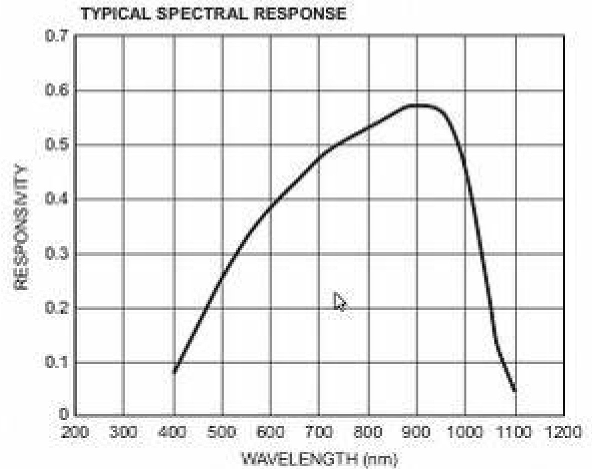
උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට, වර්ණාවලි සංවේදිතාවේ වෙනස් වීමක් ඇති වේ. එනම් සාමාන්‍යයෙන් ෆොටෝඩයෝඩයක් විශාල වර්ණාවලි පරාසයකට සංවේදිතාව දැක්වුවත්, විවිධ තරංග ආයාමයන්ට දක්වන්නේ විවිධ වර්ණාවලි සංවේදිතාවකි. එහෙත් උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට, මෙම සංවේදීතාව දිගු තරංග ආයාමය දෙසට (එනම් දේදුන්නේ පාට පිළිවෙලින් ආපස්සට; එනම් රතු හා අධෝරක්ත පැත්තට) බර වේ. උදාහරණයක් ලෙස තැඹිලි පාටට උපරිම සංවේදිතාවක් දක්වපු ඩයෝඩය උෂ්ණත්වය වැඩි වීම නිසා, රතු පාටට උපරිම සංවේදීතාව පෙන්වනු ඇත.

ඉහත ස්පෙක්ට්‍රල් සෙන්සිටිවිටි නිසා, සන්ධිය තුළ යම් <u>කුඩා</u> විදුලි ධාරාවක් ජනනය වෙනවා. මෙම ධාරාව ආලෝකය (විද්‍යුත්චුම්භක කිරණ) නිසා ජනිත වූවක් නිසා, **ප්‍රකාශ විද්‍යුත් ධාරාව (photocurrent)** ලෙස හඳුන්වනවා. මෙලෙස ෆොටෝකරන්ට් එකක් ජනිත වීමට ආලෝකය සන්ධිය මතට වැටීම අවශ්‍යයි; ඒ කියන්නේ ආලෝක ශක්තිය තමයි විදුලි ශක්තියක් බවට පරිවර්තනය වෙලා තියෙන්නේ. මෙලෙස වැටෙන ආලෝකයේ ශක්තිය හා ඉන් ජනිත වන විදුලි ශක්තිය මැන මෙම ශක්ති පරිවර්තනයේ කාර්යක්ෂමතාව අවශ්‍ය නම් මැනිය හැකියි නේද (විදුලි ශක්තිය / ආලෝක ශක්තිය)? ඔව්. එහෙත් ඒ වෙනුවට සාමාන්‍යයෙන් කරන්නේ ජනිත වන ප්‍රකාශ විද්‍යුත් ධාරාව (I_{PD}), ආලෝක ශක්තියෙන් (P) බෙදීමයි. එවිට ලැබෙන රාශිය ප්‍රකාශ ඩයෝඩයේ **Responsivity** ලෙස හඳුන්වනවා.

$$R(\lambda) = \frac{I_{PD}}{P}$$

සන්ධිය (ඩයෝඩය) එක් එක් තරංග ආයාමයන්ට විවිධ මට්ටම්වලින් සංවේදී වන නිසා, ඉහත සූත්‍රයෙන් ගණනය කරන්නේ "අහවල් තරංග ආයාමයකින් යුතු විද්‍යුත්චුම්භක කිරණවලට" දක්වන රෙස්පොන්සිවිටි එකයි. එම ඩයෝඩයම වෙනත් තරංග ආයාමයකට වෙනත් රෙස්පොන්සිවිටි එකක් දක්වාවි. පහත දැක්වෙන්නේ ප්‍රකාශ ඩයෝඩ දෙකක වර්ණාවලි සංවේදිතාව පෙන්වන ප්‍රසාථාර දෙකකි (ඩයෝඩයෙන් ඩයෝඩයට හැඩය වෙනස් වන බව වටහ ගන්න).





ප්‍රකාශ ඩයෝඩයත් බොහෝ සෙයින් සූර්යකෝෂයකට සමානය. සූර්යකෝෂයක සිදු වන්නෙත් විද්‍යුත්චුම්භක කිරන විදුලි ධාරාවක් බවට පත් කිරීමයි. එහෙත් මේ දෙකෙහි යම් වෙනස්කමක්ද ඇත. සූර්යකෝෂයේ මුඛ්‍ය පරමාර්ථය වැඩිපුර විදුලියක් ජනිත කිරීමයි. එනිසා පීඑන් සන්ධිය තරමක් විශාල වේ. එහෙත් සන්ධිය එසේ විශාල වන විට, එහි වේගය මන්දගාමී වේ. එනිසා ප්‍රකාශ ඩයෝඩවල සන්ධිය කුඩාය.

සූර්යකෝෂයකදී ආලෝකය සන්ධිය මතට සංකේන්ද්‍රණය කිරීමේ උපක්‍රම (කාච) ආදිය යොදාගන්නවා. ඊට අමතරව සූර්යාලෝකය එහි වැදී පරාවර්තනය වීම වැලැක්වීමට අඳුරු පැහැයට හුරු ආලේපන ආලේප කර තිබෙනවා (ඒකයි සූර්යකෝෂ කලු/නිල්/අඳුරු පැහැයෙන් දිස්වන්නේ). එලෙසම ප්‍රකාශ ඩයෝඩද කාච සහිතව පැවතිය හැකියි. එවිට ඩයෝඩයේ සංවේදිතාව වැඩි වේ.

ප්‍රකාශ ඩයෝඩයක ක්‍රියාකාරිත්වය කෙටියෙන් බලමු. එය පීඑන් සන්ධියකි. එනිසා බයස් කර නොමැති විට හායිත පෙදෙසක් ඇති වේ. මෙම හායිත පෙදෙසට ආලෝකය වැටුණු විට ඉන් ඉලෙක්ට්‍රෝන-සිදුරු යුගලවල් ඇති වේ. එවිට, හායිත පෙදෙස හරහා වැටී තිබෙන බැරියර් වෝල්ටියතාව නිසා, සිදුරු හා ඉලෙක්ට්‍රෝන දෙපැත්තට වෙන්වේ. මෙය විදුලි ධාරාවක් ගලා යැමකට සමාන කළ හැකියි. ඔව් මෙය තමයි ප්‍රකාශ විද්‍යුත් ධාරාව කියන්නේ. සූර්යකෝෂයක සිදු වූයෙත් මෙයයි.

ඇත්තටම ප්‍රධාන ආකාර තුනකින් සාමාන්‍යයෙන් ප්‍රකාශ ඩයෝඩ සාදනවා.

1. සාමාන්‍ය පීඑන් සන්ධි සහිත ප්‍රකාශ ඩයෝඩ (normal/PN photodiode)
2. **PIN ප්‍රකාශ ඩයෝඩ** (තවම පින් ඩයෝඩ ගැන අප කතා කර නොමැත; පසුවට ඒ ගැන ඇත)
3. ඇවලාන්ෂ් ප්‍රකාශ ඩයෝඩ (ඇවලාන්ෂ් ආවරණය යොදා ගනී රෙස්පොන්සිවිටි වැඩි කිරීමට) (**Avalanche Photo Diode - APD**)

පින් ප්‍රකාශ ඩයෝඩ තරමක් වේගවත්ය (පින් ක්‍රමයට සාදන මොන ඩයෝඩයත් කොහොමත් වේගවත්; ඒ ගැන පසුවට විස්තර ඇත). ඊට අමතරව රෙස්පොන්සිවිටි (එනම් වැටෙන ආලෝකයට සාපේක්ෂව විශාල ප්‍රකාශ ධාරාවක් නිපදවීම) එකද වැඩිය. ඊට හේතුව පින් ඩයෝඩයක හායිත පෙදෙස ඉතා විශාල වීමයි. ඇවලාන්ෂ් ප්‍රකාශ ඩයෝඩවලද රෙස්පොන්සිවිටි ඉතා වැඩිය. ඊට හේතුව ඔබට සිතා ගත හැකියිනෙ. ආලෝකය වැටී ඉලෙක්ට්‍රෝන-සිදුරු ඇතිවී එම ඉලෙක්ට්‍රෝන ගමන් කර තවත් ඉලෙක්ට්‍රෝන මුදා හරින නිසා, කුඩා ආලෝක ප්‍රමාණයකින් විශාල ධාරාවක් ඉන් ජනිත කරගත හැකියි. එනම්, ඇවලාන්ෂ් ප්‍රකාශ ඩයෝඩ ඇවලාන්ෂ් ආවරණය යොදා ගන්නවා.

ආලෝකය වැටුණහම ජනිත වන ප්‍රකාශ ධාරාවට අමතරව තවත් ඉතාම කුඩා විදුලි ධාරාවක් ප්‍රකාශ ඩයෝඩ තුළ තිබිය හැකියි. ආලෝකය නැති විටත් මෙම ධාරාව තිබෙනවා. මෙය කාන්දු ධාරාවක් (leak current) වන අතර, **“අඳුරු විදුලි ධාරාව" (dark current)** ලෙස එය නම් කෙරෙනවා. ඩයෝඩයේ සුලුතර වාහකවලිනුයි මෙම ධාරාව සමන්විත වන්නේ (ඒකනෙ මීට ලීක් ධාරාව කියා කිව හැක්කෙත්). මෙම ධාරාව කරදරයකි. ප්‍රකාශ ඩයෝඩය යනු ආලෝකයට සංවේදී උපාංගයක් ලෙස ප්‍රයෝජනයට ගන්නකි. ඉතිං අලෝකය ඇති හා නැති යන අවස්ථා දෙකෙහිම මෙම ධාරාව පවතී නම්, ඉන් ඇති ප්‍රයෝජනයක් නැහැනෙ. හොරෙක් එන විට හා හොරෙක් නැතිව නිකනුත් බුරන බල්ලෙක් සිටී නම්, ඒ බල්ලගෙන් හොරුන් ඇතුලු වූ වග දැනගත නොහැකියිනෙ. අන්න ඒ වගෙයි අඳුරු ධාරාව ආලෝකය ඇති විටයි නැති විටයි දෙකේදීම ගලනවා නම්, ආලෝකය ඇති නැති බව අඳුරු ධාරාවෙන් දැන ගත නොහැකියි. ඒ වෙනුවට මෙම කාන්දු ධාරාව පරිපථයට ඝෝෂාවක් පමණක් එකතු කරනවා. උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට මෙම අඳුරු ධාරාවද වැඩි වෙනවා (ඕනෑම පීඑන් සන්ධියකට මෙම උෂ්ණත්වය මත කාන්දු ධාරාව වැඩි වීම පොදුය).

අඳුරු විට අඳුරු ධාරාවක් ඇති වූයේ කෙසේදැයි ඔබ විමසනු ඇත. ඊට හේතුව අඳුරු පරිසරයක් යනු මිනිස් ඇසට සංවේදී විද්‍යුත්චුම්භක කිරණ අවශ්‍ය ප්‍රමාණයට නොමැති පරිසරයකි. එහෙත් මිනිස් ඇසට සංවේදී නොවන අධෝරක්ත, පාරජම්බුල ආදී කිරණ නිරන්තරයෙන්ම පරිසරයේ තිබේ. පරිසරයේ ඕනෑම රශ්නයක් සහිත අජීවි හා සජීවි දෑවලින් අධෝරක්ත පිට කෙරේ (ඔබේ ශරීරයෙන් පවා). මෙය කිසිසේත් වැලැක්විය නොහැකිය. මෙවැනි පරිසරයේ නිරන්තරයෙන් තිබෙන විකිරණයට **පසුබිම් විකිරණය (background radiation)** කියා කියනවා. අඳුරු ධාරාවට හේතුව මෙම පසුබිම් විකිරණයයි.

සටහන
රස්නයක් හෙවත් උෂ්ණත්වයක් සහිත ඕනෑම වස්තුවකින් අධෝරක්ත කිරණ පිට කළ හැකියි. එවිට ප්‍රශ්නය වන්නේ එසේ කිරණ පිටවීමට තිබිය යුතු අවම උෂ්ණත්වය කොපමණ විය යුතුද යන්නය. ඔබට සිතෙනු ඇති එය සෙල්සියස් 0 වෙන්න ඇති කියා. නැත. සෙල්සියස් පරිමාණය යනු ජලය අයිස් බවට පත් වන උෂ්ණත්වය 0 ලෙසද, ජලය රත් වී වාෂ්ප බවට පත්වන උෂ්ණතවය 100 ලෙසද ගෙන, එම උෂ්ණත්වය පරාසය 0 සිට 100 දක්වා කොටස් 100 කට බෙදා ඇති අපේ කැමැත්තට සාදා ගත් මිනුම් දණ්ඩකි. මෙතැන "අපේ කැමැත්ත" යැයි කීවත් මෙය ඇත්තටම සෙල්සියස් නම් විද්‍යාඥයාගේ කැමැත්තට පළමු වරට ඇති වූවකි; පසුව අපත් ඊට අනුගත වූවා පමණි. මෙම ඒකකය සෙල්සියස් නමින් හඳුන්වන්නේද එම විද්‍යාඥයාට ගෞරව පිණිසය. සෙන්ටිග්‍රේඩ් යන නමද ඊට යොදනවා මොකද 0 සිට 100 දක්වා සමාන කොටස් 100 ක් අයිස් වන උෂ්ණත්වය හා වාෂ්ප වන උෂ්ණත්වය අතර පවතින නිසා (centi යනු 100 යන තේරුමද grade යනු මට්ටම/ලෙවල් එක යන තේරුමද සහිතයි). සෙල්සියස් වැනිම තවත් ඒකකයක් නම් තමයි ෆැරන්හයිට්. එයත් අපේ අභිමතය අනුව සෑදූවකි.

විද්‍යාත්මක පදනමකින් සකස් කළ උෂ්ණත්වය මනින එකම ඒකකය කෙල්වින් වේ. කෙල්වින් ඒකකයෙන් කියනු ලබන උෂ්ණත්වය "නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වය" (absolute temperature) ලෙස හැඳින්වෙනවා. විශ්වයේ තිබිය හැකි අවම උෂ්ණත්වය කෙල්වින් 0 වේ (දළ වශයෙන් එය සෙල්සියස් -273 කි). යම් වස්තුවක් කෙල්වින් 0 හි පවතී නම් පමණක් එම වස්තුවට කිසිදු උෂ්ණත්වයක් නැතැයි පැවසිය හැකියි. එහෙත් මෙම අවම උෂ්ණත්වය ලබා ගැනීමට ප්‍රායෝගිකව බැරිය. ලේසර් කූලිං නම් ක්‍රමය මඟින් මෙම අවම කෙල්වින් 0 උෂ්ණත්වයට ඉතාම ඉතා ළඟ උෂ්ණත්වයක් පර්යේෂණාගාර තුළ ලබා ගෙන ඇත. සාමාන්‍ය පරිසරයේදී හා සාමාන්‍ය ජීවිතයේදී නම් කිසිම විටක නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වය 0 සහිත දේවල් හමු වන්නේ නැත.

කෙල්වින් අගය අඩු වන විට, ද්‍රව්‍යවල සමහර භෞතික ගුණද අමුතු වේ. උදාහරණයක් ලෙස, සාමාන්‍යයෙන් කිසිසේත් විදුලිය ගමන් නොකරන පරිවාරක ද්‍රව්‍ය පවා සුපිරි සන්නායක බවට පත් වේ (ඒකනේ දැනටත් සියලු සුපිරිසන්නායක ඉතාම අඩු උෂ්ණත්ව යටතේ පැවතිය යුත්තේ).

එහෙත් මෙහිදී අපට වැදගත් වන්නේ, යම් වස්තුවක උෂ්ණත්වය කෙල්වින් 0 ට වඩා වැඩි නම් එම වස්තුවෙන් අධෝරක්ත කිරණ පිට විය හැකියි යන කාරණයයි. තාපය ගමන් කරන ක්‍රම තුනෙන් එකක් වන්නේ විකිරණය බව ඔබ ඉගෙන තිබෙනවා නේද? මෙම විකිරණ තමයි අධෝරක්ත කිරණ.

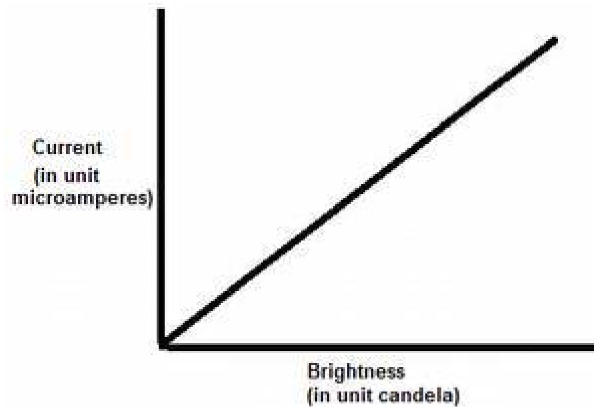
ඒ අනුව විශ්වයේ සෑම තැනකම යම් හෝ උෂ්ණත්වයක් තිබෙනවා. විශේෂයෙන් පෘථිවියේ සෑම බිම් අඟලකම හා පරමාණුවකම යම් හෝ උෂ්ණත්වයක් තිබෙනවා. ඒ කියන්නේ ඒ සෑම තැනකින්ම අධෝරක්ත කිරණ පිට විය හැකියි. මෙම අධෝරක්ත විකිරණය තමයි පසුබිම් අධෝරක්ත විකිරණය ලෙස හැඳින් වූයේ.

අධෝරක්ත විකිරණය පවතින්නාක් සේම, අපේ පොලොව මත විවිධ හේතු නිසා පාරජම්බුල කිරණද නිරන්තරයෙන්ම පැවතිය හැකියි (විශේෂයෙන් සූර්යාලෝකය නිසා). එවිට එය පසුබිම් පාරජම්බුල විකිරණය ලෙස නම් කළ හැකියි. එලෙසම, දෘෂ්‍යාලෝකයද පරිසරය තුළ විසිරී පැවතිය හැකියි අපේ ඇසට එය නොදැනෙන තරම් දුර්වල මට්ටමින්. සූර්යාලෝකය, සඳ එළිය, තරු එළිය, බල්බ එළිය, කනාමැදිරියන් වැනි සතුන්ගෙන් පිටවන එළිය, හතු වැනි ශාකවලින්/ක්ෂුද්‍ර ජීවින්ගෙන් පිට වෙන ආලෝකය ආදී ලෙස විවිධාකාරයෙන් මෙම ආලෝකය පරිසරය තුල විහිදී යයි (සඳ හෝ හිරු නැති රාත්‍රියේ පවා ඔබට එළිමහනේ තිබෙන දේවල් ඡායාවන් සේ පෙනෙන්නේ තරු එළිය නිසාය). තවද, මේ පොලොව මත සෑම තැනකම න්‍යෂ්ඨික විකිරණයද පවතිනවා. එය පසුබිම් න්‍යෂ්ඨික විකිරණය ලෙස නම් කළ හැකියි.

ඉතිං මේ ආදී ලෙස පසුබිම් විකිරණ වර්ග රාශියක් තිබෙනවා. ඉහත කතා කළ දෘෂ්‍යාලෝකය, පාරජම්බුල, අධෝරක්ත, න්‍යෂ්ඨික ආදී පසුබිම් විකිරණ සියල්ලටම ප්‍රකාශ ඩයෝඩයක් සංවේදී විය හැකියි. ඒ කියන්නේ ප්‍රකාශ ඩයෝඩයක් හැමවිටම මෙම පසුබිම් විකරණ නිසා කාන්දු ධාරාවක් නිපදවනවා.

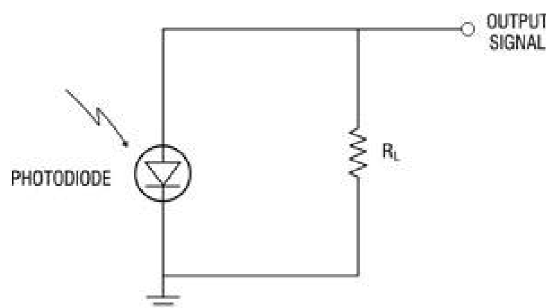
විවිධ විකිරණ වර්ගවලට සංවේදිතාව දක්වන නිසා, සුවිශේෂී ප්‍රකාශ ඩයෝඩ සාදා තිබෙනවා එක් එක් වර්ගයේ විකිරණයන්ට සංවේදි වන පරිදි. ඒ අනුව, x-ray වලට සංවේදී ෆොටෝ ඩයෝඩ නිපදවා තිබෙනවා. න්‍යෂ්ඨික විකිරණයන්ට සංවේදී ෆොටෝ ඩයෝඩද නිපදවා තිබෙනවා.

ප්‍රකාශ ඩයෝඩවල ක්‍රියාකාරිත්වය බොහෝ සෙයින් රේඛීය වේ. මෙහි ඇති එක් වාසියක් වන්නේ එයයි (ඔබට මතක ඇති LDR නම් ආලෝකයට සංවේදී උපාංගය එතරම් රේඛීය ක්‍රියාකාරිත්වයක් පෙන්නුවේ නැති බව). එනම්, ඩයෝඩය මතට වැටෙන ආලෝක දීප්තිය වැඩි වන විට, ඉන් ජනිත වන ප්‍රකාශ ධාරාවද රේඛීයව වැඩි වෙනවා.



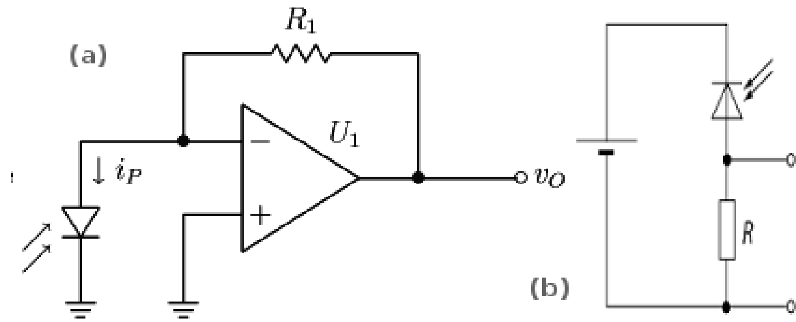
ප්‍රකාශ ඩයෝඩයක් ආකාර දෙකකින් පරිපථයකට සම්බන්ධ කළ හැකියි. තවද, ප්‍රකාශ ඩයෝඩයක් කිසි කලක පෙර නැඹුරු වන සේ යොදන්නේ නැත.

1. **photo-voltaic mode** - මෙහිදී පෙර හෝ පසු නැඹුරු කිසිවක් නොමැත (No bias). ආලෝකය වැටීම නිසා යම් විදුලි ධාරාවක් ඇති වෙනවානෙ. මෙම ධාරාව කෙලින්ම පරිපථයට ලබා ගන්නවා. ඒ කියන්නේ මෙය හරියට සූර්යකෝෂයක් සේයි භාවිතා කර තිබෙන්නේ. එනිසයි මීට ෆොටෝවොල්ටයික් ආකාරය යන නම ලැබී තිබෙන්නෙත් (සූර්යකෝෂයට ෆොටෝවෝල්ටයික් සෙල් කියා කියනවා).

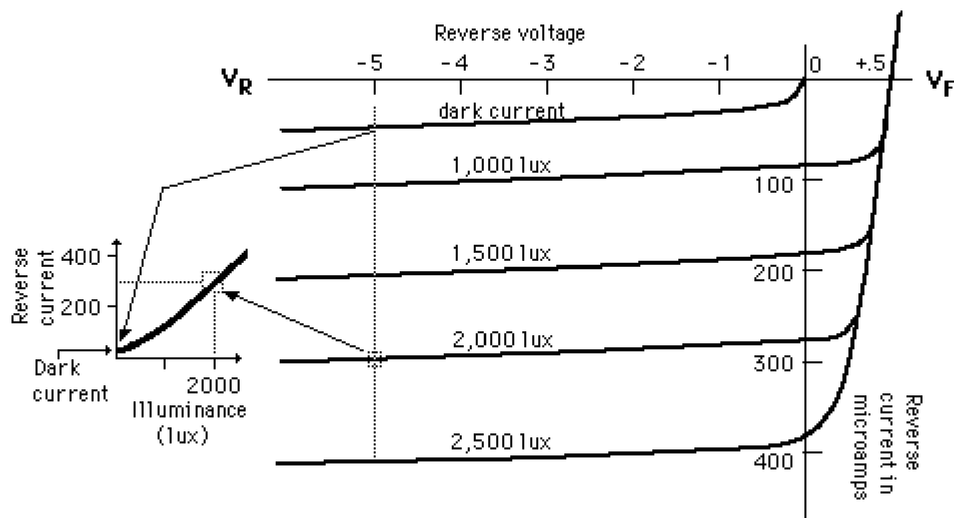


මෙම ක්‍රමය යෝග්‍යයි ආලෝකය වැටුණහම විශාල ධාරාවක් ජනිත කරවන ප්‍රකාශ ඩයෝඩ සඳහා (ඇවලාන්ෂ් ප්‍රකාශ ඩයෝඩ). සාමාන්‍ය පීඑන් සන්ධි ප්‍රකාශ ඩයෝඩවල එතරම් ධාරාවක් ජනිත වන්නෙ නැහැ. එහෙත් එම ඩයෝඩවල පවා වැඩිපුර ධාරාවක් ජනිත කළ හැකියි සන්ධිය විශාල කිරීමෙන්. එවිට, උපාංගය ස්ලෝ (මන්දගාමී) වෙනවා. මෙම ක්‍රමයට සම්බන්ධ කිරීමේ ඇති ප්‍රධානතම වාසිය නම්, අඳුරු ධාරාවක් නොතිබීමයි.

2. **photo-conductive mode** - මෙහිදී ප්‍රකාශ ඩයෝඩය පසු නැඹුරු වන සේ සවි කළ යුතුයි. ඉහත ක්‍රමය යොදාගත නොහැකියිනෙ කුඩා ප්‍රකාශ ධාරාවක් ලැබෙන ඩයෝඩ සඳහා. එවිට මෙම ක්‍රමය යොදා ගත හැකියි. මෙහි නමෙහිම කියන පරිදි ආලෝකය වැටුණහම ඩයෝඩය තුළ ඇති වන සන්නායකතාව වෙනස් වීමයි ප්‍රයෝජනයට ගන්නේ. ආලෝකය වැටුණහම එහි වැඩිපුර ඉලෙක්ට්‍රෝන-සිදුරු ඇති වේ. ඒ කියන්නේ ප්‍රතිරෝධකතාව අඩු වීමයි (සන්නායකතාව වැඩි වීමයි). හරියට LDR එකක් වගෙයි.



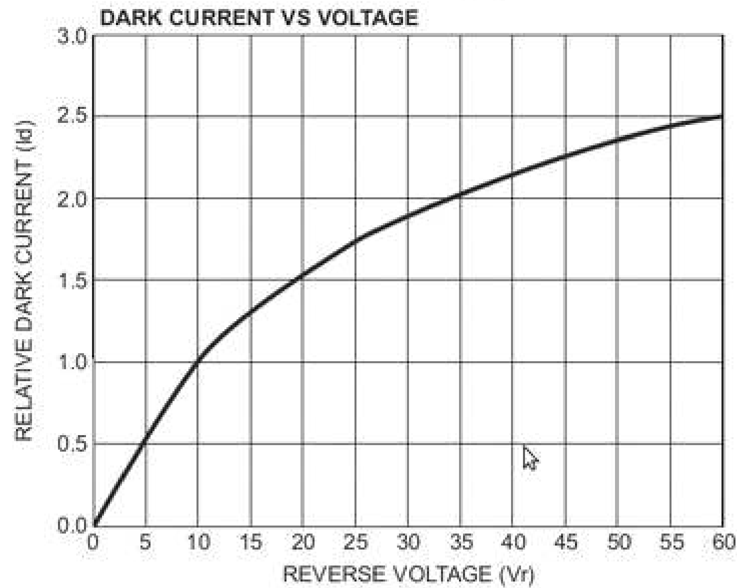
සෙන්සර් මේ ආකාරයට විභව බෙදුම් පරිපථයක් සේ සකස් කරන විදිය මීට පෙර විස්තරාත්මකව අප කතා කර තිබෙනවා. මෙම ක්‍රමයට ප්‍රකාශ ඩයෝඩයක් යොදා ගන්නා විට, පහත රූපයේ ආකාරයට ප්‍රකාශ ඩයෝඩ ලාක්ෂණික ප්‍රස්ථාරයක් ලැබේ.



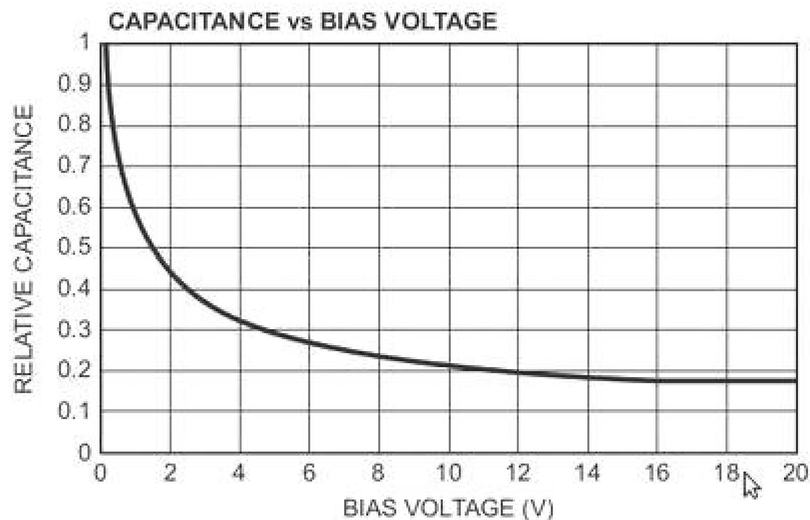
මෙම ප්‍රස්ථාරය සාමාන්‍ය (ඕනෑම) ඩයෝඩයක ලාක්ෂණික ප්‍රස්ථාරයම තමයි. ඩයෝඩය පසු නැඹුරේ පමණක් යොදා ගන්නා නිසා, පෙර නැඹුරු කොටස (එනම් X අක්ෂයේ ධන කොටස) ඉවත් කර පසු නැඹුරු කොටස (X අක්ෂයේ ඍණ කොටස) දක්වා තිබෙනවා. මෙම ප්‍රස්ථාරය විග්‍රහ කරමු. අලෝක මට්ටම 0 දීත් ඉතා කුඩා අඳුරු ධාරාවක් ගලා යයි (dark current ලෙස ලියා ඇති වක්‍රය). දැන් ආලෝක මට්ටම 1000 lux දක්වා තිබෙන විට, තරමක ඉහල ධාරාවක් ගලා යනවා. ආලෝක මට්ටම වැඩි වන්නට වන්නට මෙම ධාරා මට්ටමද ඉහල යනවා. එහෙත් බලන්න, පසු නැඹුරුව ක්‍රමයෙන් වැඩි කරගෙන ගියද ධාරාවට ඉන් ඇති කරන බලපෑම නැතිතරම්ය (එනම් ධාරාව වැඩි නොවේ). පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාවෙන් ගලන ධාරාවට බලපෑමක් නැති නිසානෙ ප්‍රස්ථාර වක්‍ර දළ වශයෙන් තිරස් රේඛා ලෙස පවතින්නේ (ප්‍රස්ථාර බලා කියවා තේරුම් ගන්න පුරුදු විය යුතුය).

දළ වශයෙන් එතරම් පෙනෙන වෙනසක් ඇති නොවූවත්, පසු නැඹුරුව වැඩි වන විට ඉහත ප්‍රස්ථාරය තව තවත් රේඛීය වෙනවා (එය වාසියකි). තවද, ඩයෝඩයට සම්බන්ධ කෙරෙන ලෝඩ් රෙසිස්ටන්ස් එක අඩු වන විටත්, රේඛීය බව වැඩි වෙනවා.

එහෙත් මෙම ක්‍රමයේ ඇති ප්‍රධානතම අවාසිය නම් අඳුරු ධාරාව පැවතීමයි. පසුනැඹුරුව වැඩි වන තරමට ඕනෑම ඩයෝඩයක මෙන් ප්‍රකාශ ඩයෝඩයේද සුලුතර වාහකවල ක්‍රියාකාරිත්වය ඉහල යන නිසා, අඳුරු ධාරාව වැඩියෙන් ජනිත වෙනවා.



ඕනෑම පීඑන් සන්ධියක සන්ධි ධාරිතාවක් තිබෙනවානෙ. ඉතිං පීඑන් ප්‍රකාශ ඩයෝඩයකත් යම් සන්ධි ධාරිතාවක් තිබෙනවා. මෙම සන්ධි ධාරිතාව අඩු වෙනවා පසු නැඹුරුවේ වෝල්ටියතාව වැඩි කරන විට (ඊට හේතුව හායිත පෙදෙස පුලුල් වීම නිසා ආරෝපණ තැටි දෙක අතර දුර වැඩි වීමයි). සන්ධි ධාරිතාව නිසා ඩයෝඩයක් මන්දගාමී වෙනවා. එනිසා සන්ධි ධාරිතාව අඩු වීමෙන් ඩයෝඩය වේගවත් වෙනවා. එනිසා ප්‍රකාශ ඩයෝඩය පසු නැඹුරු කිරීමෙන් එය වේගවත් වෙනවා.



ප්‍රකාශ ඩයෝඩයක් භාවිතා කිරීමේදී සැලකිල්ලට ගත යුතු පරාමිතින් (parameters) කිහිපයක් තිබෙනවා. (පරාමිති යන්නෙහි තේරුම "සැලකිල්ලට ගත යුතු වැදගත් සාධක" යන්නයි.)

1. responsivity - එක් එක් ඩයෝඩයන් විවිධ තරංග ආයාමයන්ට දක්වන සංවේදිතාව වෙනස්ය. සාමාන්‍යයෙන් ඩයෝඩ විස්තර/දත්ත සටහනේ (datasheet) මෙම අගය දක්වා තිබෙන්නේ උපරිම රෙස්පොන්සිවිටි අගය ලබා දෙන තරංග ආයාමයට සාපේක්ෂවයි. උදාහරණයක් ලෙස, යම් ප්‍රකාශ ඩයෝඩයක මෙම අගය 0.28 A/W @ 450nm ලෙස දක්වා තිබේවි. ඒ කියන්නේ නැනෝමීටර් 450 දී මෙම ප්‍රකාශ ඩයෝඩයේ උපරිම රෙස්පොන්සිවිටි අගය වන 0.28 තිබෙනවා. මේ ඩේටාෂීට් එකේම සමහරවිට එය සංවේදීවන මුලු තරංග ආයාම පරාසයම පෙන්වන ප්‍රස්ථාරයක්ද තිබිය හැකියි (ඉහතදී එවැනි ප්‍රස්ථාරයක් පෙන්වා තිබේ).

2. dark current - මෙම අගයෙන් කියන්නේ ප්‍රකාශ ඩයෝඩය හරහා ගලන අඳුරු ධාරාවයි. සාමාන්‍යයෙන් යම් නැඹුරු වෝල්ටියතාවකදී මෙම අගය කොපමණ වේද යන්න තමයි සටහන් කර තිබෙන්නේ. උදාහරණයක් ලෙස, 0.2nA @ V_R=10V ආදී ලෙස එය සටහන් කර දක්වා තිබේ. එනම්, පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාව වෝල්ට් 10 කදී අඳුරු ධාරාව නැනෝඇම්පියර් 0.2 ක් කියා මෙම ප්‍රකාශයෙන් කියැවේ. සාමාන්‍යයෙන් අඳුරු ධාරාව පවතින්නේ නැනෝඇම්පියර් ප්‍රමාණයේය. පසුනැඹුරු වෝල්ටියතාව වෙනස් වන විට මෙම අගය විචලනය වන අතර, එම විචලනය පෙන්වන ප්‍රස්ථාරයක්ද බොහෝවිට දත්ත සටහනේ තිබේවි (ඉහත එවැනි ප්‍රස්ථාරයක් ඇත).

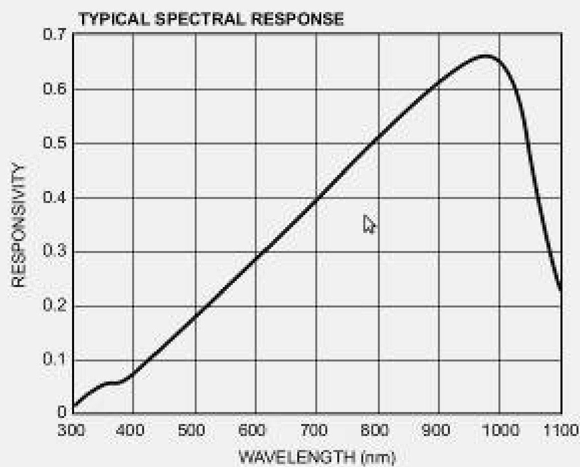
3. capacitance – මෙය සන්ධියේ ඇති ධාරිතාවයි. මෙම අගයද දක්වන්නේ යම් පසුනැඹුරු වෝල්ටියතා අගයකට සාපේක්ෂවයි. උදාහරණයක් ලෙස, 0.5pF @ V_R=10V යනු පසුනැඹුරුව වෝල්ට් 10 වන විට, සන්ධි ධාරිතාව පිකෝෆැරඩ් භාගයකි. පසුනැඹුරු වෝල්ටියතාව විචලනය වන විට, මෙම කැපැසිටන්ස් එක වෙනස් වන නිසා, එම වෙනස් වීම පෙන්වන ප්‍රස්ථාරයක්ද බොහෝ විට දත්ත සටහනේ තිබේවි (එවැනි ප්‍රස්ථාරයක් ඉහත ඇත).

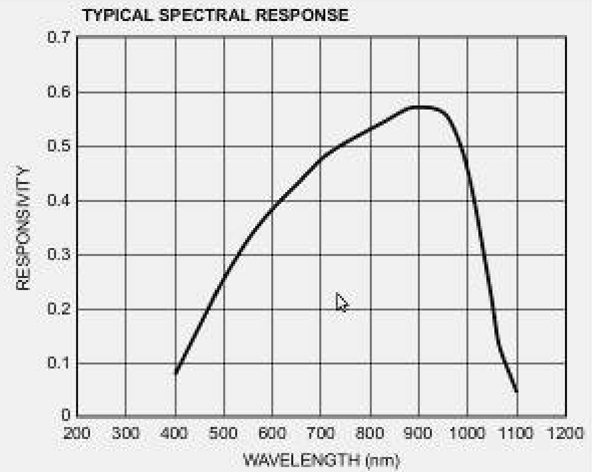
4. reverse breakdown voltage (හෙවත් PIV) - ඕනෑම ඩයෝඩයකට සිදු වන්නාක් සේම ප්‍රකාශ ඩයෝඩයද පසුනැඹුරු කරන විට යම් අවස්ථාවකදී ඩයෝඩය පිලිස්සී යයි.

මීට අමතරව තවත් වැදගත් දත්ත තිබිය හැකියි. උපාංගය තිබිය යුතු උෂ්ණත්ව පරාසය ඉන් එක් දත්තයකි. තවද, එක් එක් ඩයෝඩ වර්ගය සංවේදී වන තරංග ආයාම පරාසය වෙනස්ය. එනිසා තමන්ගේ අවශ්‍යතාවේ හැටියට (එනම් තමන්ට අවශ්‍ය තරංග ආයාමයට උපරිම සංවේදිතාවක් පෙන්වන) ප්‍රකාශ ඩයෝඩයක් යෙදීමට වග බලා ගත යුතුය. උදාහරණයක් ලෙස වැඩිපුර රතු ආලෝකය ඇති අවස්ථාවක, නිල් ආලෝකය වැඩි සංවේදිතාවක් (රෙස්පොන්සිවිටි) තිබෙන ප්‍රකාශ ඩයෝඩයක් නොයොදන්න.

සටහන

උපාංගවල දත්ත සටහනේ දත්ත ලබා දෙන ආකාර කිහිපයක් ඇත. ඉන් එකක් නම්, ප්‍රස්ථාර ක්‍රමයයි. එනම්, යම් පරාසයක් පුරාවට යම් රාශියක් විචලනය වීම මෙහි දැක්වේ. ඇත්තටම මෙහි ප්‍රයෝජනය වැඩිය. ඔබට අවශ්‍ය ඕනෑම අගයකදී සිදු වන්නේ කුමක්දැයි දළ වශයෙන් සිතා ගත හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස පහත ප්‍රස්ථාර දෙක බලන්න. එහි තරංග ආයාම පරාසකට අදාලව රෙස්පොන්සිවිටි නම් රාශිය විචලනය වන්නේ කෙසේදැයි පහසුවෙන් බැලිය හැකියි නේද? මෙම ප්‍රස්ථාර දෙක ඩයෝඩ දෙකකට අයිතිය. ප්‍රස්ථාර දෙක බලපු ගමන් එම උපාංග දෙකෙහි ක්‍රියාකාරිත්වය ඔබට දැනෙනවා නේද? ප්‍රස්ථාරවල (හෝ වෙනත් රූපමය නිරූපණවල) වාසිය එයයි; එනම් එකවර තොරතුරු කන්දරාවක් මොලයට යනවා.





දෙවැනි ක්‍රමය ඉතාම සරලය. එහිදී යම් දත්තයක් නිකංම තනි ඉලක්කමක් ලෙස දක්වනවා. එහිදී එක්කෝ එම අගය විචලනය නොවේ (එනම් නියත අගයකි). ඒ කියන්නේ ප්‍රස්ථාරයක මෙන් අගයන් පරාසයක් පුරා විචලනය වන්නක් නොවේ. නැතහොත් ප්‍රස්ථාරයක මෙන් අගයන් පරාසයක් පුරාම විචලනය වුවත්, එම පරාසයෙන් එක් නිශ්චිත අගයක් පමණක් දක්වනවා. එය බොහෝවිට එම මුලු පරාසය වෙනුවෙන්ම දැක්විය හැකි දර්ශීය අගයක් (මධ්‍යන්‍ය අගයක්). උදාහරණයක් ලෙස, යම් ප්‍රකාශ ඩයෝඩයක රෙස්පොන්සිවිටි එක ඉහත වැනි ප්‍රස්ථාරයකින් දක්වන්නේ නැතිව 0.28 A/W @ 450nm ලෙස දැක්විය හැකියි. මෙම ක්‍රමයෙන් යම් තොරතුරක් ලබා දීමට නිෂ්පාදකයාට පහසු වුවත්, ප්‍රස්ථාරය තරම් ප්‍රයෝජනයක් මෙම උපාංගය පරිහරණය කරන කෙනාට නොලැබේ.

තුන්වැනි ක්‍රමයක්ද ඇත. එහිදී ඉහත දෙවැනි ක්‍රමයේදී මෙන් එක් අගයක් වෙනුවට අගයන් තුනක්ම යම් රාශියක් සඳහා ලබා දේ. එම අගයන් තුන පිළිවෙලින් අවම අගය (minimum), සාමාන්‍ය අගය (typical), හා උපරිම අගය (maximum) වේ. උදාහරණයක් ලෙස, යම් ප්‍රකාශ ඩයෝඩයක රෙස්පෙන්සිවිටි නම් රාශිය සඳහා පහත ආකාරයට එම අගයන් සටහන් කරාවි.

Responsivity @ 632nm	min	typical	max
	0.35A/W	0.4A/W	0.55A/W

මෙම ක්‍රමය දෙවැනි ක්‍රමයට වඩා හොඳයි. අවම හා උපරිම අගයන් දෙක අතර ඕනෑම අගයක් ගත හැකි වුවත්, සාමාන්‍යයෙන් ඔබ භාවිතා කළ යුත්තේ ටිපිකල් අගයයි. උපාංගවල ඩේටාෂීට් කියවීමට පුරුදුවන්න.

සෙනර් ඩයෝඩ

සෙනර් ආවරණය (Zener effect) වාසියට හරවාගෙන සාදා තිබෙන ඩයෝඩ වර්ගය සෙනර් ඩයෝඩ වේ (මෙම ආවරණය සොයා ගත් පුද්ගලයා සෙනර් වන අතර ඔහුගේ නමින් මෙය නම් කර ඇත). සෙනර් ආවරණය භෞතික විද්‍යාව හොඳින් නොදන්නා අයට තේරෙන විදියට පහසුවෙන් පැහැදිලි කළ නොහැකියි මොකද එය ක්වන්ටම් විද්‍යාත්මක සංසිද්ධියක් වන ක්වන්ටම් උමං ආවරණය මත පදනම්ව වැඩ කරන නිසා. කෙසේ හෝ වේවා, මෙම ආවරණය සිදු වෙන්නට පටන් ගන්නවා යම්

මොහොතකදී ඩයෝඩය පසු නැඹුරුව වැඩි කරගෙන යන විට. එවිට, එකවර විශාල ආරෝපණ (ඉලෙක්ට්‍රෝන) ප්‍රමාණයක් ඩයෝඩය හරහා ගමන් කරන්නට පෙළඹෙනවා (හරියට එය පෙර නැඹුරු කළ විට ලොකු ධාරාවක් ගලා යනවා සේම).

සටහන

ක්වන්ටම් භෞතිකය/විද්‍යාව (**Quantum physics**) යනු (භෞතික) විද්‍යාවේ ඉතාම ගැඹුරු එදිනෙදා ජීවිතයේ අත්දකින දේවලට වඩා බොහෝ වෙනස් දේවල් මතුවෙන කොටසකි. <u>පරමාණු වැනි ඉතා කුඩා දේවල් සඳහා ක්වන්ටම් විද්‍යාවේ සංකල්ප යෙදේ. වස්තූන් ක්‍රමයෙන් විශාල වන විට, ඍජු ක්වන්ටම් ගති ලක්ෂණ එම වස්තූන්ගෙන් ක්‍රමයෙන් බැහැර වේ</u>. එනිසයි එදිනෙදා ජීවිතයේ ඔබ මා අල්ලන, දකින කියන දේවල බැලූබැල්මට ක්වන්ටම් ලක්ෂණ පෙනෙන්නට නැත්තේ. ඍජුවම ක්වන්ටම් ගති ලක්ෂණ නැති වුවත්, ලොකු වස්තූන්ද සෑදී තිබෙන්නේ කුඩා පරමාණුවලින් බැවින්, එම අංශූන්ට බලපෑ ක්වන්ටම් මූලධර්මයන් වක්‍ර වෙනත් අමුතු ආකාරවලින් විශාල වස්තූන්ගෙන් මතු වේ. සෙනර් ආවරණය යනු එවැනි එක් අවස්ථාවකි.

සෙනර් ආවරණය පදනම් වන්නේ **ක්වන්ටම් උමං ආවරණය (tunnel effect)** නම් සංසිද්ධිය මත බව ඉහතදී පැවසුවා. ක්වන්ටම් උමං ආවරණය ඉතාම අපූර්ව එහෙත් ඔබට මට විශ්වාස කළ නොහැකි තරමේ සංසිද්ධියකි. එය උපමාවකින් පමණක් මා කෙටියෙන් විස්තර කරන්නම්.

ඔබ සතුව ටෙනිස් බෝලයක් ඇතැයි සිතන්න. එම ටෙනිස් බෝලය බිත්තියකට ගැසූ විට එය "බම්ප් වෙනවා" නේද? එම බෝලය කිසිවිටක බිත්තය හරහා විනිවිද ගොස් බිත්තියෙන් එහා පැත්තට යන්නේ නැහැ. බිත්තිය මත වැදී ආපසු පැමිණෙනවා පමණි. බිත්තිය ඉතාම තුනී ශක්තිමත් නැති එකක් නම් (මකුලු දැලක් මෙන්) බෝලය එසේ විනිවිද යා හැකියි. එහෙත් මෙවිට බිත්තය කැඩීමකටද ලක් වෙනවා.

එහෙත් නිකමට සිතමු මෙම ටෙනිස් බෝලයට (හා බිත්තියට) ක්වන්ටම් ගති ලක්ෂණ ආරූඪ වූවා කියා. එවිට, දැන් මෙම බෝලය බිත්තියට ගැසුවොත් එය බිත්තිය හරහා විනිවිද යනවා. එහෙත් මෙහිදී බිත්තියෙ කැඩී යන්නෙත් නැහැ. මෙය යම් ද්‍රව්‍යයක් තුලින් තවත් ද්‍රව්‍යයක් ලීක් වීමක් නොවේ (එනම්, වැලි තුළින් ජලය කිඳා බසිනවා වැනි දෙයක් නොවේ). එය පැහැදිලි කිරීමට බැරිය. මෙය ඔබ උපන්දා සිට අත්දැකපු සාමාන්‍ය ලෝකයේ සිදුවනවාට වඩා වෙනස්ම තත්වයක් නේද?

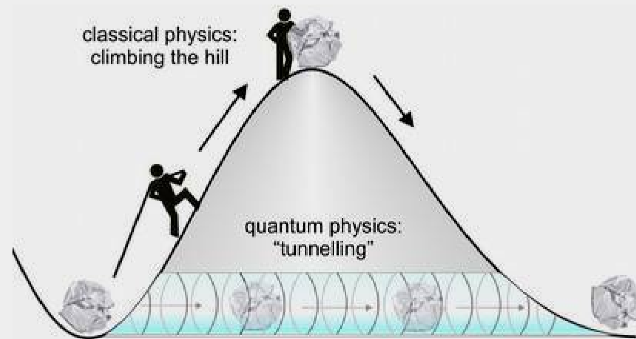
ක්වන්ටම් විද්‍යාවේදී විශාල වස්තූන් macro-world (සාර්ව ලෝකය) ලෙසද කුඩා වස්තූන් micro-world (ක්ෂුද්‍ර ලෝකය) ලෙසද හඳුන්වනවා. ක්වන්ටම් මූලධර්ම ඍජුවම බලපවත්වන්නේ ක්ෂුද්‍රලෝකය තුළයි; සාර්වලෝකය තුළ ඒවා ඍජුවම පෙනෙන්නේ නැති වුවත්, වක්‍ර ක්‍රමවලින් ඒවා අපට පෙනිය හැකියි.

ඒක තමයි මා මුලිනුත් පැවසුවේ ක්වන්ටම් විද්‍යාව තුළ මෙවැනි අපූර්ව මෙන්ම සිතාගත නොහැකි තරමේ දේවල්/සංසිද්ධි සිදු වෙනවා. ක්වන්ටම් විද්‍යාවේ (අනියමින්) පුරෝගාමියකු වන අයින්ස්ටයින්ට පවා ක්වන්ටම් විද්‍යා සංකල්ප කිසිසේත්ම "දිරවෙව්වේ" නැත. තවත් ක්වන්ටම් විද්‍යාව පිළිබඳ විශේෂඥයකු වන ෆයින්මන් වරක පවසා තිබෙනවා *"මට නිසැකවම කිව හැකියි කිසිවෙකුට ක්වන්ටම් විද්‍යාව තේරෙන්නේ නැති බව"* කියා. තවත් නොබෙල් ත්‍යාගලාභී සුප්‍රසිද්ධ විද්‍යාඥයකු වන නීල්ස් බෝර් පවසා තිබෙනවා *"කවුරු හෝ කියනවා නම් තමන්ට පහසුවෙන් (ඔලුවේ අමාරුව*

හැදෙන්නේ නැතිව) ක්වන්ටම් විද්‍යාව තේරෙනවා කියා, අනිවාර්යයෙන්ම ඔහුට ක්වන්ටම් විද්‍යාව පිළිබඳ කිසිදු අවබෝධයක් නැත්තේය" යනුවෙන්. මේ ආදී කියමන්වලින් කියන්නේ ක්වන්ටම් විද්‍යාවේ තිබෙන ගැඹුර හා අපූර්වත්වයයි (එහෙත් ඒ කියන තරම්ම ඒවා පිළිබඳ අවබෝධ කර ගැනීම අමාරුද නැත මොකද එදාට වඩා අද මෙම විද්‍යාව දියුණු නිසා).

ඉහත ටෙනිස් බෝලය පරමාණුවක් තරමට කුඩා නම්, ඇත්තටම එම "පරමාණු බෝලය" අනිවාර්යයෙන්ම ඉහත කියූ පරිදි බිත්තිය විනිවිද යනවා. මෙය තමයි ක්වන්ටම් උමං ආවරණය ලෙස හඳුන්වන්නේ.

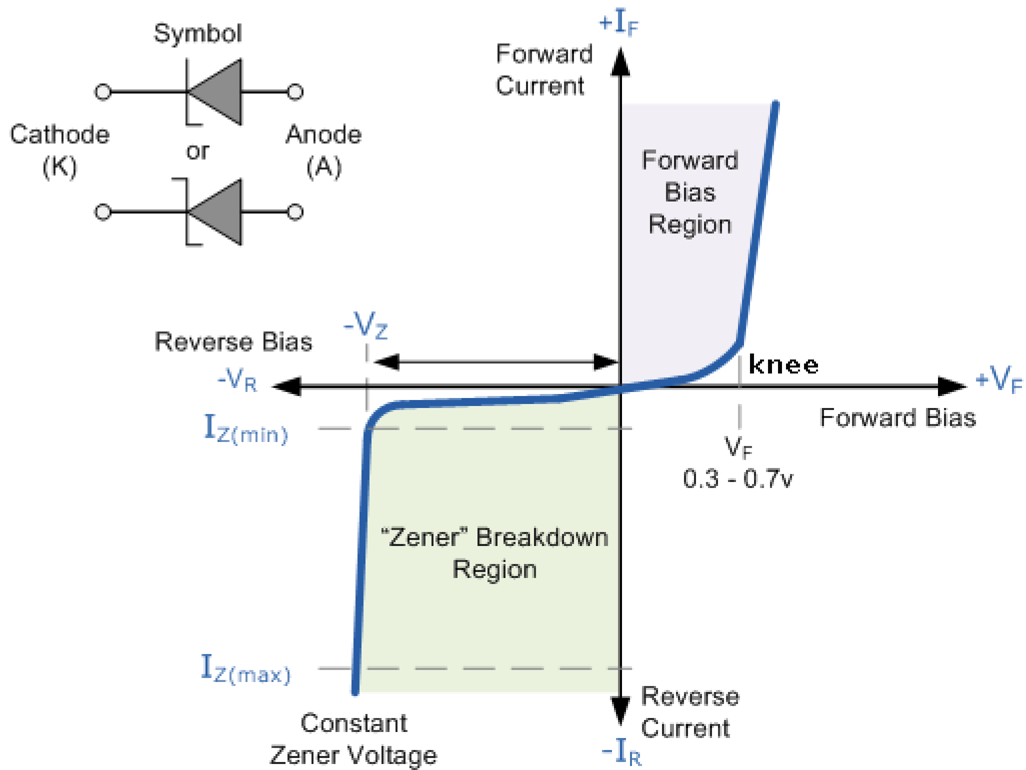
උමං ආවරණය සාමාන්‍යයෙන් උපමා කරන්නේ කන්දක් යොදා ගෙනයි. විශාල කන්දක් ඇතැයි සිතන්න (අවශ්‍ය නම් ඉහත උදාහරණයේම බිත්තියද කන්දක් සේ ගත හැකියි). දැන් බෝලයක් හෝ ඕනෑම දෙයක් මේ කන්ද හරහා යෑමට නම් කන්ද තරණය කළ යුතුයි. එවිට අතිවිශාල ශක්තියක් ඒ සඳහා වැය කිරීමට සිදු වේවි. එහෙත් එය තරණය නොකර කන්ද හරහා උමගක් ඇත් නම් පහසුවෙන්ම යා හැකියි නේද? එවිට කුඩා ශක්තියක් පමණි වැය වන්නේ. ඔව්, කුඩා අංශුවලට තිබෙන මෙම උමං ආවරණයේ බලපෑම හරියට තරණය කළ නොහැකි තරමේ කන්ද හරහා තිබෙන උමගක් බඳුයි (පහත රූපය). ඇත්තටම මෙම අදහස නිසාමයි එයට උමං ආවරණය යන නමද ලැබී තිබෙන්නේ.



උමං ආවරණයයි සෙනර් ආවරණයයි අතර තිබෙන සම්බන්ධය කුමක්ද? පසු නැඹුරුවේදී නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන (ආරෝපණ වාහක) මැද තිබෙන හායිත පෙදෙස තරණය කරගෙන යා නොහැකියි. ඒ කියන්නේ හායිත පෙදෙස හරියට ඉහත රූපයේ කන්ද මෙන් ක්‍රියාකරනවා. මෙම කන්ද තරණය කිරීමට නම් විශාල ශක්තියක් (වෝල්ටියතාවක්) යොදවන්නට සිදු වෙනවා. එහෙත් එතරම් විශාල වෝල්ටියතාවක් නැතිවත් මෙය සිදු වෙනවා මොකද ක්වන්ටම් උමං ආවරණයේ බලපෑම ලැබෙන නිසා. ඒ අනුව උමං ආවරණය නම් ක්ෂුද්‍ර ලෝකයේ සංසිද්ධිය සාර්ව ලෝකයේ දිස් වූ එක් ආකාරයක් තමයි සෙනර් ආවරණය. මෙම උමං ආවරණයම තවත් අවස්ථාවලදී වෙනස් නම්වලින් හා ආකාරවලින් සාර්වලෝකයේ නැවත නැවත අත්විඳින්නට ලැබෙනවා.

සෙනර් ඩයෝඩයකද ලාක්ෂණික ප්‍රස්ථාරය සාමාන්‍ය පීඑන් ඩයෝඩයක ලාක්ෂණික ප්‍රස්ථාරයට සමානය. පෙර නැඹුරු කළ විට, සුපුරුදු ලෙසම knee එක දක්වා ඉතා සුලු වශයෙන් ධාරාව ඉහල ගොස්, නී එක පැනපු ගමන් සාතීයව (එනම් ඉතාම සීඝ්‍රයෙන්) ධාරාව වැඩි වේ. එහෙත් අප සෙනර් ඩයෝඩයක් සාමාන්‍යයෙන් පෙර නැඹුරු කරන්නේ නැත!

ඔව්, සෙනර් ඩයෝඩවල සුවිශේෂී ක්‍රියාකාරිත්වය පවතින්නේ එය පසුනැඹුරු කර තිබෙන විටයි (එවිටනෙ සෙනර් ආවරණය සිදු වන්නේ). සෙනර් ආවරණය සිදුවන විට සාමාන්‍ය ඩයෝඩයක් නම් පිලිස්සී යනවා. එහෙත් සෙනර් ඩයෝඩ සාදා තිබෙන්නේ ඩයෝඩය පිලිස්සෙන්නේ නැතිව මෙම සෙනර් ධාරාව ගලා යැමට හැකි පරිදියි. පහත දැක්වෙන්නේ ලාක්ෂණික වක්‍රය හා සෙනර් ඩයෝඩයේ සංකේතයි. ඇත්තටම බොහෝවිට සෙනර් ඩයෝඩයේ පෙරනැඹුරුවට අදාල කොටස නැතිවයි ලාක්ෂණික ප්‍රස්ථාරය පෙන්වන්නේ (පසුනැඹුරේ ක්‍රියාත්මක කරන සෑම ඩයෝඩයක් සඳහාම මෙලෙස පෙරනැඹුරු කොටස නැතිව පසුනැඹුරු කොටස පමණක් දක්වන සිරිතක් තිබෙනවා).



සෙනර් ආවරණය සිදුවන නිශ්චිත වෝල්ටීයතාව **සෙනර් වෝල්ටීයතාව (Zener voltage - V_Z)** ලෙස හඳුන්වන අතර, එම අවස්ථාවේදී ගලන අධික ධාරා ප්‍රමාණය **සෙනර් ධාරාව (Zener Current - I_Z)** ලෙසද හඳුන්වනවා.

ඉහත රූපයේද පෙනෙන පරිදි, සෙනර් වෝල්ටීයතාවට ඩයෝඩය පැමිණි පසු, ඊට වඩා තවත් වැඩි වෝල්ටීයතාවකට එය ගමන් කරන්නේ නැත (ඇත්ත වශයෙන්ම බොහොම කුඩා වෝල්ටීයතාවක් වැඩි කළ හැකියි; ඉහත රූපයේ සෙනර් වෝල්ටීයතාව පෙන්වන ප්‍රස්ථාර වක්‍රය තරමක් බෑවුම්ව පවතින්නේ එනිසයි; එහෙත් එම කුඩා වෙනස්වීම නොසලකා හරිනවා).

තවද, ඉහත රූපයේ පෙනෙන පරිදිම, සෙනර් ආවරණය සිදු වන විට, අධික ධාරාවක් ගැලීමට පටන් ගන්නවා. සෛද්ධාන්තිකව මෙම ධාරාව අනන්තයකි. එනම් ප්‍රස්ථාර වක්‍රය අනන්තයක් තෙක් යටට ගමන් කරනවා (එවිට සෘණ Y අක්ෂය දිගේ ඕනෑම දුරක්/ගැඹුරක් දක්වා ගමන් කළ හැකියි). එහෙත් ප්‍රායෝගිකව අනන්ත ධාරා නොමැත (හෝ මේ ලොව අනන්තයක අගය ඇති කිසිවක් නැත).

(අනන්තයට යන්නට පෙර) ඩයෝඩය පිලිස්සී යනවා. ඔව්, සෙනර් ඩයෝඩය වුවත්, මෙම ධාරාව කන්ට්‍රෝල් කළේ නැතිනම් අධික ධාරාවෙන් අතිවන ජූල් තාපනය නිසා පිලිස්සී යනවා. එනිසා ඩයෝඩය සමඟ ශ්‍රේණිගතව ධාරා පාලක ප්‍රතිරෝධයක් සම්බන්ධ කළ යුතු වෙනවා. ඩයෝඩය පිලිස්සී නොගොස් ක්‍රියා කළ හැකි **උපරිම සෙනර් ධාරාවක් (max Zener current - I_Z(max))** මේ අනුව පවතින අතර, ඉහත රෙසිස්ටරයේ අගය ගණනය කළ යුත්තේ මෙම ධාරාව ඉක්මවා නොයන පරිදියි.

තවද, සවි කරන ධාරා පාලක රෙසිස්ටරයේ අගය ගොඩක්ම විශාල වීමත් සුදුසු නැත. එවිට ඩයෝඩය හරහා ගලන සෙනර් ධාරා ප්‍රමාණය ඉතා අඩු වේ. එය **අවම සෙනර් ධාරාවට (min Zener current - I_Z(min))** වඩා අඩු වුවොත් ඩයෝඩයේ සෙනර් ආවරණය ඇනහිටිනවා. එවිට, එකවරම ඩයෝඩය සාමාන්‍ය ඩයෝඩයක් බවට පත් වෙනවා. ඒ කියන්නේ කිසිදු සෙනර් ධාරාවක් ගලන්නේ නැති වෙනවා (ඇත්ත වශයෙන්ම මෙහිදී ඕනෑම ඩයෝඩයක් හරහා ගලන ඉතාම ඉතා කුඩා කාන්දු ධාරාව විතරක් ගමන් කරාවි). එනිසා යොදන රෙසිස්ටරයේ අගය තීරණය කළ යුත්තේ I_Z(max) හා I_Z(min) අතර අගයකට සෙනර් ධාරාව පවතින ලෙසටයි.

ඉහත විස්තරය බැලූවිට ඉතා වටිනා හැසිරීමක් මෙම ඩයෝඩයේ තිබේ. එනම්, වෙනස් නොවන නියත සෙනර් වෝල්ටියතාවක් හා (රෙසිස්ටරයක් මඟින් සෙට් කරගත හැකි) නියත සෙනර් ධාරාවක් ලබා ගත හැකියි (මෙම ධාරාව උපරිම හා අවම සෙනර් ධාරා අතර විය යුතුය යන කොන්දේසියද සැපිරිය යුතුය). එනිසා වෝල්ටියතා නියාමනය හා වෝල්ටියතා තීරක පරිපථවලට සෙනර් ඩයෝඩයක කදිමට ගැලපේ.

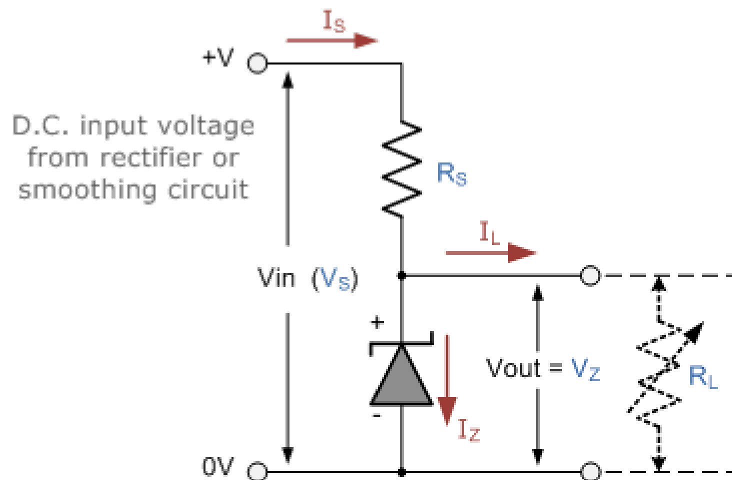
සටහන
ඕනෑම උපකරණයකට ලබා දෙන ඩීසී වෝල්ටියතාව කාලයත් සමග වරින් වර වෙනස් නොවන නියත වෝල්ටියතාවක් වීම අවශ්‍යයි. බැටරි හෝ ප්‍රධාන (මේන්ස්) විදුලිය යොදාගෙන මෙවැනි උපකරණ/උපාංගවලට විදුලිය සපයන විට, බොහෝවිට මෙම විදුලි සැපයුම නිරන්තර විචලනයන්ට ලක්විය හැකියි. එසේ විචලනය වන විභවයක් විචලනය නොවන සුමට විභවයක් ලබා ගැනීම **වෝල්ටියතා නියාමනය (voltage regulation)** යන නමින් හැඳින්විය හැකියි. වෝල්ටියතා නියාමනය කරන පරිපථය **වෝල්ටියතා නියාමකය (voltage regulator)** වේ. විවිධාකාරයේ වෝල්ටියතා නියාමක සෑදිය හැකියි. සෙනර් ඩයෝඩ යොදාගෙන පහසුවෙන්ම හා සරලව මෙවැනි පරිපථයක් සෑදිය හැකියි (මොහොතකින් ඒ ගැන විස්තර කෙරේ).

පරිපථවලට සමහරවිට වෙනස් නොවන වෝල්ටියතාවක් (fixed voltage) අවශ්‍ය කරනවා වෙනත් වෝල්ටියතා සමග සංසන්දනය කිරීමට. මෙහිදීත් ඉහත නියාමක පරිපථවලදී මෙන්ම සුමට නියත වෝල්ටියතාවකුයි ලබා දෙන්නේ. එහෙත් එම නියත විදුලියෙන් උපාංගයක් බල ගන්වන්නට (රන්/ඩ්‍රයිව් කරන්නට) යන්නේ නැත. එය නිකංම දර්ශීය අගයක් (reference value) පෙන්වන පරිපථයක් පමණි. උදාහරණයක් ලෙස මෙලෙස දර්ශීය අගය ලෙස වෝල්ට් 5 ක් පිට කරන පරිපථයක් ඇතැයි සිතන්න. මෙම වෝල්ට් 5 කාලයත් සමග විචලනය වන්නේ නැත. දැන් වෙනත් සංඥාවක් මෙම වෝල්ටියතාව සමග සංසන්දනය කළ හැකියි. මෙම දර්ශීය වෝල්ට් 5 ට වඩා එම සංඥා වෝල්ටියතාව වැඩිද, අඩුද, සමානද යන්න සැසඳා දැනගත හැකියි. මෙවැනි සැසඳීම් සිදු කිරීමට සිදුවන අවස්ථා එමට ඇත (පසුවට ඒ අවස්ථා ඉගෙන ගත හැකියි). මෙවැනි දර්ශීය වෝල්ටියතාවක් පෙන්වන පරිපථ වෝල්ටියතා දර්ශක (**voltage reference**) පරිපථ ලෙස හඳුන්වනවා.

සෙනර් ඩයෝඩයේ විශේෂත්වය නම්, එය පෙර නැඹුරු හා පසු නැඹුරු යන දෙකෙහිම භාවිතා කළ හැකි වීමයි. සෙනර් වෝල්ටියතාව හා බැරියර් වෝල්ටියතාව අතර වෝල්ටියතා පරාසය තුළ සෙනර් ඩයෝඩය අක්‍රිය පවතින සේ සැලකිය හැකියි (එනම් මෙම පරාසය තුළ පවතින වෝල්ටියතාවක් සෙනරයට සැපයූ විට ඉන් ප්‍රයෝජනයක් ගත නොහැකියි).

සෙනර් ඩයෝඩය බහුලවම යොදා ගන්නේ පසුනැඹුරු කරගෙනයි. වෝල්ටියතා නියාමන (voltage regulation) පරිපථ හා වෝල්ටියතා තීරක (voltage reference) පරිපථ සෑදීම තමයි මෙහි ප්‍රධානතම ප්‍රයෝජනය. එහෙත් පෙර නැඹුරු කරද පරිපථවලට යොදා ගන්නවා. පෙර හා පසු නැඹුරු දෙකම එකට යොදා ගන්නා පරිපථද සාදනවා. මේ ගැන එකින් එක දැන් විමසමු.

වෝල්ටියතා නියාමක පරිපථයක් සාදන අයුරු බලමු. පළමුව සුදුසු ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයක ද්විතිකයෙන් පිට කරන වෝල්ටියතාව සුදුසු සෘජුකාරක පරිපථයකින් ඩීසි විදුලියක් බවට පත් කර ගන්න (හැමවිටම පූර්ණ තරංග සෘජුකරණය සිදු කරන්න). ඊට සුමටකරණ ධාරිත්‍රකයක් යොදා තවදුරටත් අවුට්පුට් විදුලිය සුමට කරගන්න. දැන් එම පරිපථ කොටසට සෙනර් ඩයෝඩය පසුනැඹුරු වන ලෙස ශ්‍රේණිගත ධාරා නියාමක/පාලක ප්‍රතිරෝධයක් සමග පහත රූපයේ ආකාරයට සම්බන්ධ කළ යුතුය.



හැමවිටම සෙනර් වෝල්ටියතාවට වඩා වැඩි වෝල්ටියතාවක් ඉහත පරිපථයට ඉන්පුට් කළ යුතුය. එවිට, සෙනර් වෝල්ටියතාව සෙනර් ඩයෝඩය දෙපස ඩ්‍රොප් වී ඉතිරිය R_S රෙසිස්ටරය දෙපස ඩ්‍රොප් වේවි. රෙසිස්ටරය හා ඩයෝඩය එක්ව සාදන්නේ සුපුරුදු විභව බෙදුම් පරිපථයක් නේද? එනිසා, සෙනර් ඩයෝඩයේ වෝල්ටියතාව (එනම් සෙනර් වෝල්ටියතාව) තමයි ලෝඩ් එකට ලැබෙන්නේ. එනම්, Vout = V_Z වේ. ඉහත රූපයේ ලෝඩ් එක R_L වලින් නිරූපණය කර ඇත.

වෝල්ටියතාව එසේ සරලව විස්තර කළත් ධාරාව ගැන කතා කිරීමේදී කරුණු කිහිපයක් ගැන සැලකිලිමත් විය යුතුයි. ඉහත පරිපථයට කිසිම ලෝඩ් එකක් සම්බන්ධ කර නැතැයි සිතන්න (එනම් R_L = අනන්තය). එවිට $I_L = 0$ වන අතර, $I_S = I_Z$ වේ. ඒ කියන්නේ පරිපථයේ මුලු ධාරාවම ඩයෝඩය හරහා ගමන් කරනවා. ඉන්පසු ඉතා කුඩා ප්‍රතිරෝධයක් සහිත ලෝඩ් එකක් දැන් ඊට සවි කළා යැයි සිතමු (එනම්, R_L = කුඩා ඕම් අගයක්). දැන් උපරිම I_L ධාරාවක් ලෝඩ් එක හරහා ගමන් කරනවා. මෙවිට, $I_S = I_Z + I_L$ වේ. ලෝඩ් එකක් සවි කර නැති හෝ ඉතා විශාල ප්‍රතිරෝධයක් සහිත ලෝඩ් එකක් සවි කර

තිබෙන විට, ඩයෝඩය හරහා උපරිම ධාරාව ගමන් කරයි (මෙය ඩයෝඩය හරහා ගලන ධාරා පරාසයේ එක් අන්තයකි; උපරිම අන්තය). ලෝඩ් එකේ ප්‍රතිරෝධය අවම අගයට පත් වන විට, ඩයෝඩය හරහා ගලන්නේ අවම ධාරාවකි (මෙය ඩයෝඩ ධාරා පරාසයේ අනෙක් අන්තයයි; අවම අන්තය).

ඒ කියන්නේ ඉහත ඩයෝඩ ධාරා අන්ත දෙක විය යුත්තේ සෙනර් ඩයෝඩයේ සෙනර් ධාරා අන්ත දෙකයි. ලෝඩ් එකේ ප්‍රතිරෝධය උපරිම වන විට සෙනර් ඩයෝඩය හරහා ගලන ධාරාව එම ඩයෝඩයේ උපරිම සෙනර් ධාරාවට හෝ ඊට අඩු ධාරා අගයකට සමාන විය යුතුය. එලෙසම, ලෝඩ් එකේ ප්‍රතිරෝධය අවම/කුඩාතම වන විට සෙනර් ඩයෝඩය හරහා ගලන ධාරාව එම ඩයෝඩයේ අවම සෙනර් ධාරාව හෝ ඊට වැඩි වැඩි විය යුතුයි. ඔබ දන්නවා කිසිම විටක සෙනර් ඩයෝඩයේ උපරිම හා අවම සෙනර් ධාරා සීමාවලින් එලියට යා නොහැකියි (එවිට එක්කෝ ඩයෝඩය ක්‍රියා විරහිත වෙනවා නැතිනම් පිලිස්සී යනවා).

ඉහත කරුණු මතක තබාගෙන දැන් ප්‍රායෝගිකව ඉහත පරිපථය විග්‍රහ කරමු. අනිවාර්යෙන්ම ලෝඩ් එකේ ප්‍රතිරෝධය හෝ ලෝඩ් එකට අවශ්‍ය ධාරාව ඔබ දත යුතුය (ප්‍රතිරෝධය දන්නවා නම්, ලෝඩ් එකේ වෝල්ටියතාව එම ප්‍රතිරෝධයෙන් බෙදා ලෝඩ් එකේ ධාරාව පහසුවෙන් ගණනය කළ හැකියිනෙ). දැන් ඉහත රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි සෙනර් ඩයෝඩයක් යොදා ගත හැකියි (තවත් ක්‍රම තිබේ).

පරිපථසේ සෙනර් ඩයෝඩය හරහා යවන උපරිම ධාරා ප්‍රමාණය ඔබ විසින් තීරණය කරන්න. මෙම ධාරාව අනිවාර්යෙන්ම ලෝඩ් එකට අවශ්‍ය උපරිම ධාරාව ($I_L(max)$) හා සෙනර් ඩයෝඩයේ අවම සෙනර් ධාරාවේ ($I_Z(min)$) එකතුවට සමාන වේ.

$I(max) = I_L(max) + I_Z(min)$

දැන් මෙම I(max) ධාරාව තමයි රෙසිස්ටරය හරහාද ගලන්නේ. ලෝඩ් එකට අවශ්‍ය විභවයද (V_L = Vout) ඔබ තීරණය කරන්න. එම ලෝඩ් වෝල්ටියතාවට සමාන සෙනර් වෝල්ටියතාවක් සහිත සෙනර් ඩයෝඩයක් භාවිතා කරන්න. එවිට, සෙනර් පරිපථයට ඉන්පුට් කළ යුතු වෝල්ටියතාව මෙම වෝල්ටියතාවට වඩා තරමක් (වෝල්ට් එකකට වඩා) වැඩියෙන් යෙදීමට සිදු වෙනවා. මෙම සැපයුම්/ඉන්පුට් වෝල්ටියතාව (V_S) හා සෙනර් වෝල්ටියතාව අතර වෙනස වන ($V_S - V_Z$) තමයි දැන් රෙසිස්ටරය දෙපස රැඳෙන්නේ. ඒ අනුව, ධාරා පාලක රෙසිස්ටරයේ ඕම් අගය පහත ආකාරයට සෙවිය හැකියි (ඕම් නියමය යෙදීමෙන්).

$R_S = (V_S - V_Z)/I(max)$

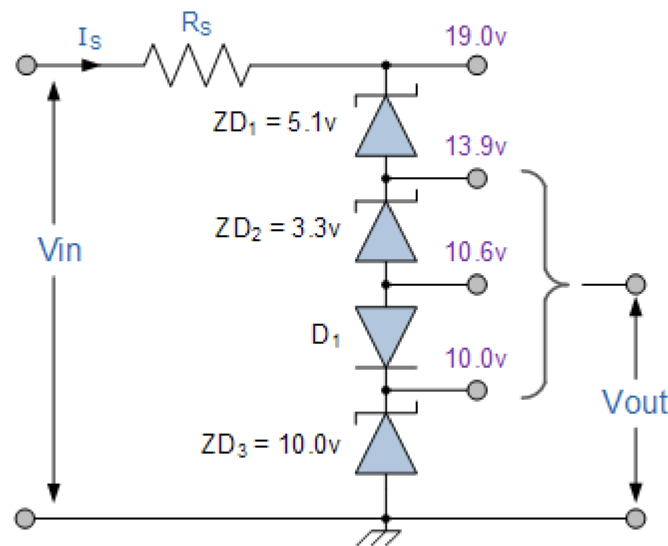
දැන් ඔබ ඉහත පරිපථයට යොදන සෙනර් ඩයෝඩයේ සෙනර් වෝල්ටියතාව භාර වෝල්ටියතාවට සමාන විය යුතු අතර, ඩයෝඩයේ උපරිම සෙනර් ධාරා ප්‍රමාණය ඉහත සෙවූ I(max) ට සමාන හෝ වැඩි විය යුතුය. ඩයෝඩයක වැදගත්ම පරාමිතීන් වන්නේ අවම හා උපරිම සෙනර් ධාරා අගයන්, ඩයෝඩයේ උපරිම ක්ෂමතාව, හා සෙනර් වෝල්ටියතා අගයයි. ඩයෝඩය හරහා ගලා යන ධාරාව හා ඩයෝඩයේ සෙනර් වෝල්ටියතාව යන දෙක එකට ගුණ කළ විට ලැබෙන්නේ එම අවස්ථාවේදී සෙනර් ඩයෝඩයේ ජවයයි. මෙම ජවය හැමවිටම ඩයෝඩයේ උපරිම ක්ෂමතාව/ජවයට වඩා අඩු විය යුතුමයි (ඇත්තටම මෙය අමුතුවෙන් සිතීමට අවශ්‍ය නැහැ ඩයෝඩය හරහා ගලා යන ධාරාව එහි උපරිම සෙනර් ධාරාවට වඩා අඩුවෙන් නම් ගලන්නේ).

දැන් ඉහත පරිපථයෙන් වෝල්ටියතා නියාමනය සිදු වන හැටි බලමු. භාර ප්‍රතිරෝධය උපරිම අගය වන විට (එයම තවත් විදියකින් කියන්නේ භාර ධාරාව අඩු වෙනවා ලෙසයි), ඩයෝඩය හරහා උපරිම ධාරා ප්‍රමාණයක් ගලනවා (එහෙත් මෙම උපරිම ධාරාව ඩයෝඩයේ I_Z(max) ට වඩා අඩු විය යුතුයි; නැතහොත් ඩයෝඩය පිලිස්සී යනවා). දැන් භාර ප්‍රතිරෝධය ක්‍රමයෙන් අඩු වෙනවා යැයි සිතන්න (ඒ කියන්නේ භාර ධාරාව ක්‍රමයෙන් වැඩි වෙනවා). මෙවිට, ඊට අනුරූපව සෙනර් ඩයෝඩය හරහා ගලන ධාරාව අඩු වෙනවා. දැන් භාරයේ අවම ප්‍රතිරෝධය පවතිනවා යැයි සිතන්න. එවිට, සෙනර් ඩයෝඩය හරහා ගලන අඩුම ධාරාව ඒ තුළින් ගමන් කරනවා (එහෙත්, මෙම අවම ධාරාව අනිවාර්යෙන්ම I_Z(min) ට වඩා වැඩි විය යුතුය; එසේ නැති වුවොත්, සෙනර් ඩයෝඩ ක්‍රියාවලිය ඇන හිටී).

දැක්කද භාර ප්‍රතිරෝධය විචලනය වුවත්, හැමවිටම එම භාරය හරහා පැවතියේ එකම වෝල්ටියතාවයි (එය සෙනර් වෝල්ටියතාවයි)? සෙනර් ඩයෝඩය අරේඛීය උපාංගයක් නිසයි මෙවැනි හැසිරීමක් ලබා ගත හැකි වූයේ (සෑම පීඑන් සන්ධි උපාංගයක්ම අරේඛිය බව ඔබ දැන් දන්නවානෙ). මෙය තමයි වෝල්ටියතා නියාමනය. මෙම හැසිරීම පවතින තාක් වෝල්ටියතා නියාමනයත් පවතීවි. එහෙත් ඩයෝඩය පිලිස්සී ගියොත් හෝ ඩයෝඩය අක්‍රිය වුවොත් මෙම හැසිරීම අහෝසි වී නියාමනයද අහෝසි වේවි.

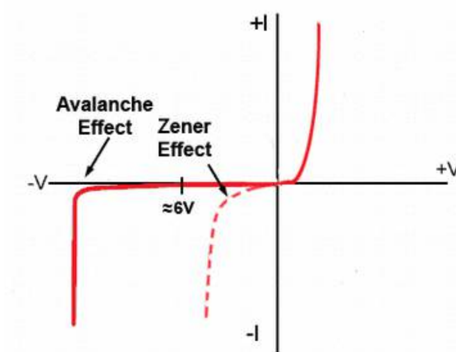
මෙවැනි වෝල්ටියතා නියාමක පරිපථයක් ඉතාම සරල වුවද, මෙය තරමක ශක්ති හානියක් සිදු කළ පරිපථයකි. එනම්, යම් මොහොතක ලෝඩ් එක වැඩි ධාරාවක් යොදා නොගන්නා විටත් වැඩි ධාරාවක් වැය වෙනවා මොකද එම ධාරාව දැන් සෙනර් ඩයෝඩය හරහා ගලනවා. සෙනර් ඩයෝඩය තිබෙන්නේ විභවය නියාමනය කිරීමට මිසක් ශක්තිය තාපය ලෙස අපතේ යවන්න නොවෙයිනෙ. ඉතිං මෙවැනි පරිපථයක් උචිත වන්නේ අඩු ධාරාවන් ගමන් කරන (එනම් ලෝඩ් ධාරාව අඩු) අවස්ථා සඳහාය. එවිට ලෝඩ් එක සම්බන්ධ නොකර ඇති විට එම ධාරාව ඩයෝඩය හරහා ගොස් නාස්ති වුවත්, එසේ නාස්ති වන්නේ කුඩා ශක්තියකි. එසේත් නැතිනම් මෙවැනි පරිපථයක් උචිත වන්නේ භාර ප්‍රතිරෝධය ඉතා කුඩා ප්‍රතිශතයකින් වෙනස් වන අවස්ථා සඳහාය. එවිට, වැඩි ප්‍රතිරෝධය සහිත අවස්ථාවේදී ඇත්තටම ධාරාවෙන් කුඩා ප්‍රමාණයකුයි භාරය හරහා නොගොස් ඩයෝඩය හරහා යන්නේ. ඉහත සරල සෙනර් නියාමකයේ තිබෙන මේ දෝෂය නිසාම ශක්තිය අපතේ නොයවන දියුණු වෝල්ටියතා නියාමක පරිපථද නිර්මාණය කර තිබෙනවා (ඒවා පසුවට බලමු).

තනි සෙනර් ඩයෝඩයක් වෙනුවට තවත් සෙනර් ඩයෝඩ හා සාමාන්‍ය ඩයෝඩද ශ්‍රේණිගතව සම්බන්ධ කර වෝල්ටියතාවන් කිහිපයක්ම අවුට්පුට් කළ හැකි නියාමකයක්ද සාදා ගත හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස, පහත පරිපථයේ සෙනර් ඩයෝඩය 3 ක්ද සාමාන්‍ය ඩයෝඩයක්ද ශ්‍රේණිගතව සම්බන්ධ කර ඇත. මෙහිදී ඒවා සවි කර තිබෙන විදිය බලන්න. සෙනර් ඩයෝඩය සියල්ලම පසු නැඹුරු වන ලෙසද සම්බන්ධ කර තිබෙන්නේ (මොකද සෙනර් ආවරණය සිදු වන්නේ එවිටනේ). එහෙත් D_1 නම් සාමාන්‍ය ඩයෝඩය සම්බන්ධ කර තිබෙන්නේ පෙර නැඹුරු වන විදියටයි (එනම් එහි ඇනෝඩය භාහිර විදුලි සැපයුමේ ධන අග්‍රය දිශාවටද, කැතෝඩය සැපයුමේ භූගත අග්‍රය දිශාවටද සම්බන්ධව පවතී). සෙනර් ඩයෝඩයක නම්, ඊටම ආවේණික යම් සෙනර් වෝල්ටියතාවක් පවතින නමුත්, සාමාන්‍ය (සිලිකන්) ඩයෝඩයක හැමවිටම 0.7 ක පමණ වෝල්ටියතාවක් තමයි ඩ්‍රොප් වන්නේ.



සෙනර් ආවරණය යොදා ගන්නා බැවින් මේවාට සෙනර් ඩයෝඩ යන නම ලැබී ඇත. සෙනර් ආවරණය වැනිම තවත් ආවරණයක් ඩයෝඩ පසු නැඹුරු වන විට සිදු වේ. එය නම් ඇවලාන්ෂ් ආවරණයයි (එය කෙටියෙන් අප මීට පෙර හඳුනා ගත්තා). මෙම ආවරණය නිසාද ඩයෝඩය හැම අතින්ම සෙනර් ඩයෝඩයකට සමාන සේ ක්‍රියා කරනවා. එනිසාම සමහරුන් මෙලෙස ඇවලාන්ෂ් ආවරණය යොදාගෙන සාදා තිබෙන ඩයෝඩත් සෙනර් ඩයෝඩ ලෙසම හඳුන්වන්නට පුරුදුව සිටිනවා. ඇත්තටම සංකේතයද සෙනර් ඩයෝඩයට සමානය. එහෙත් මෙම ඩයෝඩවල නියම නම විය යුත්තේ ඇවලාන්ෂ් ඩයෝඩ (**avalanche diode**) යන්නයි.

මේ ඩයෝඩ දෙක වෙන් කර හඳුනා ගත හැකි ලක්ෂණයක් තිබෙනවා. සෙනර් ඩයෝඩ සාමාන්‍යයෙන් වෝල්ට් 6 ට වඩා අඩු වෝල්ටියතාවක් (සෙනර් වෝල්ටියතාව) සහිතයි. (මතකද උමං ආවරණය සිදු වන්නේ අඩු ශක්තියකදී බව පැවසුවා?) එහෙත් ඇවලාන්ෂ් ඩයෝඩයක "සෙනර් වෝල්ටියතාව" වෝල්ට් 6 ට වඩා වැඩිය. ඩයෝඩය ඇවලාන්ෂ් වුවත් සෙනර් වෝල්ටියතාව, සෙනර් ධාරාව යන වචන දෙක ව්‍යවහාර කළ හැකියි. අවශ්‍යම නම්, ඇවලාන්ෂ් වෝල්ටියතාව හා ඇවලාන්ෂ් ධාරාව ලෙසද ඒවා හැඳින්විය හැකියි. එහෙමත් නැතිනම් පසු බිඳවැටුම් වෝල්ටියතාව (reverse breakdown voltage) හා පසු බිඳවැටුම් ධාරාව (reverse breakdown current) යන පොදු නම්ද භාවිතා කළ හැකියි.



ඉහත එකවර දැකගත හැකි වෙනස්කමට අමතරව තවත් වෙනස්කමක් මේ දෙක අතර තිබෙනවා. එනම් උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට තමන්ගේ ප්‍රතිරෝධකතාව කෙසේ වෙනස් කරගන්නවාද යන්නයි (මෙම ගතිගුණය තාප සංගුණකය ලෙස හැඳින්වෙනවා). සෙනර් ඩයෝඩවලට සෘණ තාප සංගුණකයක් (negative temperature coefficient) ඇත. ඒ කියන්නේ උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට ඩයෝඩයේ ප්‍රතිරෝධය අඩු වේ (හෙවත් ඩයෝඩය හරහා ගලන ධාරා ප්‍රමාණය වැඩි වේ). එහෙත් ඇවලාන්ෂ් ඩයෝඩවලට ඇත්තේ ධන තාප සංගුණකයකි (positive tempco). ඒ කියන්නේ උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට, එහි ප්‍රතිරෝධයද වැඩි වේ (එනම් ගලන ධාරා ප්‍රමාණය අඩු වේ).

ඇත්තටම මෙම ඩයෝඩ දෙකෙහිම මෙම ආවරණ දෙකම එකවර සිදු විය හැකියි (විශේෂයෙන් වෝල්ට් 6 ට වඩා වැඩි ඩයෝඩවල). අඩු වෝල්ටියතා ඩයෝඩවල සෙනර් ආවරණය ප්‍රමුඛ වන අතර, වැඩි වෝල්ටියතා ඩයෝඩවල ඇවලාන්ෂ් ආවරණය ප්‍රමුඛ වේ. මේ නිසාම තවත් අපූරු ඩයෝඩයක් නිපදවිය හැකියි. සෙනර් ආවරණයේ තිබෙන්නේ සෘණ ටෙම්ප්කො එකක් වන අතර, ඇවලාන්ෂ් ආවරණයේ තිබෙන්නේ ධන ටෙම්ප්කො එකකි. 0 සිට වෝල්ටියතාව ක්‍රමයෙන් වැඩි කර ගෙන යන කොට, සෙනර් ආවරණයේ මෙම ටෙම්ප්කො එක ක්‍රමයෙන් අඩු වෙනවා. විශාල වෝල්ටියතාවක සිට වෝල්ටියතාව අඩු කර ගෙන යන කොට, ඇවලාන්ෂ් ආවරයේ ටෙම්ප්කො එක ක්‍රමයෙන් අඩු වෙනවා. එවිට යම් නිශ්චිත වෝල්ටියතාවකදී මෙම ටෙම්ප්කො අගයන් දෙක එකිනෙකට සමපාත වෙනවා (සමාන වෙනවා). එහෙත් එකක් ධන වන අතර අනෙක සෘණ වේ. මෙහි ප්‍රතිඵලය ලෙස ශූන්‍ය උෂ්ණත්ව සංගුණකයක් තමයි අවසානයේ ලැබෙන්නේ (ධන අගයට සෘණ අගයන් එකිනෙකට කැපී යෑම නිසා). මින් අදහස් වන්නේ, ඩයෝඩයේ උෂ්ණත්වය වෙනස් වුවත් ඩයෝඩයේ ප්‍රතිරෝධ අගය නියතව පවතිනවා යන්න නේද? (ඩයෝඩයේ ප්‍රතිරෝධය නියත විට, ඩයෝඩයේ වෝල්ටියතාවද නියත වේ). ඒ කියන්නේ උෂ්ණත්වය විචලනය වුවත් වෝල්ටියතාව නියතව පවතිනවා.

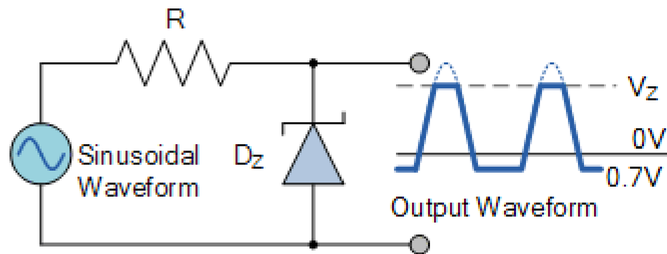
සාමාන්‍යයෙන් ඕනෑම පීඑන් සන්ධි සහිත උපාංගයක් උෂ්ණත්වය නිසා තමන්ගේ අගයන් වෙනස් කර ගත්තත්, ඉහත විස්තරය අනුව දැන් සුවිශේෂී අවස්ථාවක් තිබෙනවා එසේ උෂ්ණත්වය හමුවේ අගයන් වෙනස් නොවන. මෙවැනි සුවිශේෂිව සැකසූ ඩයෝඩ උෂ්ණත්වය හමුවේ නියතව සිටිය යුතු පරිපථ සෑදීමට කදිමයි. ඇත්තටම වෝල්ට් 5 හා 6 අතර සෙනර් අගයන් තිබෙන ඕනෑම සෙනර් ඩයෝඩයක ස්වභාවයෙන්ම උෂ්ණත්ව සංගුණකය ඉතාම කුඩාය (එනම් උෂ්ණත්වයට අනුව අගයන් වෙනස් වීම අල්පයි). වෝල්ට් 5 සිට පහලට යන විට හා 6 සිට ඉහලට යන විට ක්‍රමයෙන් මෙම උෂ්ණත්ව අසංවේදී බව අඩු වෙනවා (එනම් හොඳ තත්වය එන්න එන්නම දුර්වල වෙනවා).

අපට ඕන ඕන අගයන් ඇති සෙනර් වෝල්ටියතාවන් සහිත සෙනර් ඩයෝඩ ලබා ගත නොහැකියි. රෙසිස්ටර්, කැපැසිටර් ආදිය ගැන කතා කරන විටත් මෙම තත්වය පැවතියා මතකද? එනිසා, මෙහිදීද තෝරාගත් අගයන් කිහිපයකින් තමයි සෙනර් ඩයෝඩ ලබා ගත හැක්කේ (දළ වශයෙන් E12 ශ්‍රේණිය අනුගමනය කරනවා).

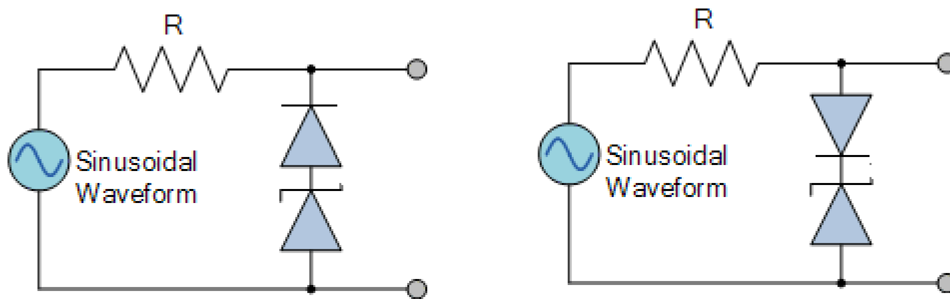
ඉහත විස්තර කළ උෂ්ණත්වයට අසංවේදී සුවිශේෂී ඩයෝඩද, සෙනර් ඩයෝඩද, ඇවලාන්ෂ් ඩයෝඩද පොදුවේ සෙනර් ඩයෝඩ ලෙස හඳුන්වමු. අවශ්‍ය නම් පොදුවේ මේවා සියල්ලම **breakdown diode** (බිඳවැටුම් ඩයෝඩ) ලෙසද හඳුන්වමු.

සෙනර් ඩයෝඩයක තවත් ආකාරයේ ප්‍රයෝජන ඇත. එන් එකක් නම් ක්ලිපර් පරිපථ සෑදීමයි (පහත රූපය). මීට පෙර ක්ලිපර් පරිපථ ගැන උගත් කරුණු ආශ්‍රයෙන් මෙම පරිපථය විග්‍රහ කර බලන්න. ඩයෝඩය විරුද්ධ පැත්තට සවි කළේ නම්, වෝල්ටියතාව ක්ලිප් වීම අනෙක් පැත්තට සිදු වේවි.

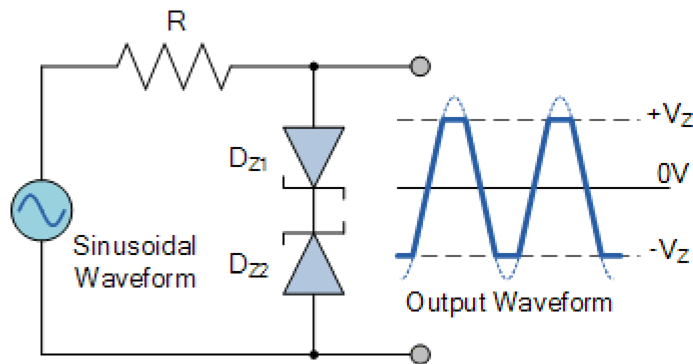
ඇත්තටම මෙම අවස්ථාවේදී සෙනර් ඩයෝඩයේ පෙර නැඹුරු හා පසු නැඹුරු යන අවස්ථා දෙකම එකවර භාවිතා වෙනවා. පෙර නැඹුරු වන විට, සුපුරුදු ලෙසම 0.7 පමණ ප්‍රමාණයක් තබා ඉතිරිය කපා හරිනවා. පසු නැඹුරු වන විට, එම ඩයෝඩයේ සෙනර් වෝල්ටියතාවට වඩා වැඩි කොටස කපා හරිනවා. ඩයෝඩයේ පැත්ත මාරු කළ විට, කැපී යන පැති වෙනස් වෙනවා.



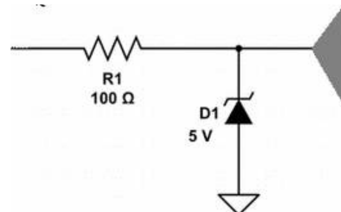
මෙම සෙනර් ඩයෝඩය සමග ශ්‍රේණිගතව සාමාන්‍ය ඩයෝඩයක්ද සවි කළ හැකියි. එයද පහත දැක්වෙන සේ දෙයාකාරයෙන් සම්බන්ධ කළ හැකියි. මේ දෙයාකාරය ගැනම විග්‍රහ කර බලන්න.



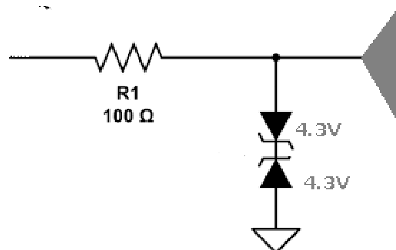
තවත් අපූරු ක්ලිපරයක් සෑදිය හැකියි පහත ආකාරයට සෙනර් ඩයෝඩ දෙකක් යෙදීමෙන්. බලන්න ඩයෝඩ දෙක එකිනෙකට විරුද්ධවයි සම්බන්ධ කර තිබෙන්නේ. එනිසා ඉන්පුට් කරන විදුලි සංඥාවේ උඩ හා යට කොටස් දෙකෙහිම මුදුන් සමාකාරව කැපී යනවා. මෙහිදීද ඇත්තටම සෙනර් ඩයෝඩ දෙකම පෙර හා පසු නැඹුරු වෙනවා එකවර. හැමවිටම එක් ඩයෝඩයක් පසු නැඹුරු වන විට අනෙක පෙර නැඹුරු වේ. එහෙත් මෙහිදී කැපී යන වෝල්ටියතාව ගැන යමක් කිව යුතුය. සංඥාව කැපී යන්නේ "සෙනර් වෝල්ටියතාව + 0.7" ට වඩා වැඩි කොටස්ය. ඊට හේතුව පසුනැඹුරු ඩයෝඩයේ සෙනර් වෝල්ටියතාවට අනෙක් පෙර නැඹුරු ඩයෝඩයේ 0.7 එකතු වන නිසාය.



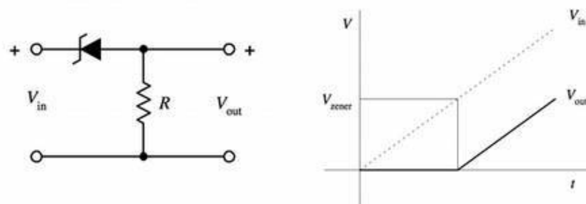
ඉහත ආකාරයේ ක්ලිපිං පරිපථ බහුලවම යොදා ගන්නවා ඩිජිටල් ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් පරිපථ සඳහා. ඩිජිටල් උපාංගවලට ඉන්පුට් කරන සංඥාවේ උපරිම හා අවම අගයන් දෙක නිශ්චිතයි. එනිසා එම අගයන්වලින් එපිට වෝල්ටියතාවන් නිසා එම ඩිජිටල් පරිපථ පිලිස්සී යෑමට ලක්විය හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස සිතමු යම් ඩිජිටල් උපාංගයකට ඉන්පුට් කළ යුතු ඩිජිටල් සංඥාව වෝල්ට් 0 හා වෝල්ට් 5 විය යුතුයි කියා (ඩිජිටල් 1 සංඥාව සඳහා 5V ද, ඩිජිටල් 0 සංඥාව සඳහා 0V ද ලෙස ගෙන ඇත). එවැනි වෝල්ටියතා දෙකක් බලාපොරොත්තු වන උපාංගයකට වෝල්ට් 8 ක් යැව්වොත් පරිපථ කොටස පිලිස්සී යාවි. ඉතිං මෙවැනි අවස්ථාවකට පහසුවෙන්ම 5V සෙනර් වෝල්ටියතාවක් සහිත සෙනර් ඩයෝඩයක් ක්ලිපරයක් ලෙස යෙදිය හැකියි.



ඉහත පරිපථයේ අලු පාට ත්‍රිකෝණ හැඩයකින් දක්වා තිබෙන්නේ යම් ඩිජිටල් උපාංගයකි. දැන් මෙම උපාංගයට වෝල්ට් 0 හා වෝල්ට් 5 අතර පරාසය තුළ පවතින වෝල්ටියතාවක් ඉන්පුට් කළ හැකියි. නිකමට හරි ඉන්පුට් වෝල්ටියතාව වෝල්ට් 12 හෝ වෝල්ට් -3 වුවොත් ඩයෝඩය විසින් එවා ක්ලිප් කර වෝල්ට් 5 හෝ 0 බවට පත් කර ඩිජිටල් උපාංගයට යවයි. එහෙත් ඔබට අවශ්‍යයි නම් වෝල්ට් +5 හා -5 අතර වෝල්ටියතා පරාසයක් ලබා ගත හැකි ලෙස පරිපථයක් නිර්මාණය කරන්නට එයද සෙනර් ඩයෝඩ දෙකක් මඟින් කළ හැකියි (පහත රූපය).



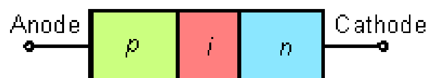
සෙනර් ඩයෝඩයකින් සුවිශේෂී ක්ලිපර් පරිපථයක් සෑදිය හැකියි (පහත රූපය). මෙහි ක්‍රියාකාරිත්වය බලමු. යට අග්‍රයට සාපේක්ෂව උඩ අග්‍රයේ වෝල්ටියතාව + ලෙස පවතින ඩීසී වෝල්ටියතාවක් ඉන්පුට් කරන්න (ඒසී සංඥා සමග මෙම පරිපථය යොදාගන්නේ නැත). දැන් ඩයෝඩය පසු නැඹුරු වේ. එනිසා සැපයුම් විභවය ඩයෝඩයේ සෙනර් වෝල්ටියතාව දක්වා වන තුරු කිසිදු විදුලියක් සෙනරය හරහා අවුට්පුට් වෙන්නේ නැත (සෙනරය පසු නැඹුරේ තිබෙන විට, ඒ හරහා ධාරාවක් ගලන්නේ සෙනර් වෝල්ටියතාවට එළඹුණු පසු පමණි). එනම් රෙසිස්ටරයේ කිසිදු වෝල්ටියතාවක් ඩ්‍රොප් නොවේ. සෙනර් වෝල්ටියතාව ඉක්මවා සැපයුම් විභවය ක්‍රමයෙන් වැඩි වන විට, සෙනර් වෝල්ටියතාවට වඩා වැඩි වන වෝල්ටියතාව ඩ්‍රොප් වන්නේ රෙසිස්ටරය හරහාය. ඒ කියන්නේ සෙනර් වෝල්ටියතාවට වඩා වැඩියෙන් වෝල්ටියතාව සපයන විට, එසේ වැඩිවන වෝල්ටියතාව ඒ විදියටම අවුට්පුට් වේ. මේ ක්‍රියාකාරිත්වය දකුණු පැත්තේ ඇති ප්‍රස්ථාරයෙන් දැක්වේ.



සැපයුම් වෝල්ටියතාවෙ ආරම්භයේදීම යම් වෝල්ට් ප්‍රමාණයක් ඉවත් කර අවුට්පුට කිරීමට මෙම පරිපථය කදිමයි. ඩයෝඩය පැත්ත මාරු කර සම්බන්ධ කළ විට ඒ කියූ විදියටම සිදු වන නමුත්, ඍණ විදුලියකුයි පිට වන්නේ.

PIN diode

පින් ඩයෝඩය යනු සාමාන්‍ය පීඑන් සන්ධියක් සහිත ඩයෝඩයක් නොවේ. එහි පී හා එන් ලෙස මාත්‍රණය කළ අර්ධසන්නායක කොටස් දෙක මැදින් මාත්‍රණය නොකරපු (හෙවත් නිසඟ හෙවත් intrinsic) හෝ ඉතාම ස්වල්ප වශයෙන් මාත්‍රණය කළ අර්ධසන්නායක කොටසක්ද ඇත. PIN යන නම සෑදී තිබෙන්නේ P – Intrinsic – N යන්න කෙටි කරලාය.



අමුතුවෙන් සංකේතයක් පින් ඩයෝඩයට නොමැති අතර සාමාන්‍ය ඩයෝඩ සංකේතයම මේ සඳහා යොදනවා. එහෙත් සමහරුන් පින් ඩයෝඩයට පහත සංකේතය පාවිච්චි කරනවා (ඇත්තටම වෙනස් වෙනස් ඩයෝඩවලට වෙනස් වෙනස් සංකේත තිබීම ප්‍රයෝජනවත්ය).



පී හා එන් අර්ධසන්නායක කොටස් දෙක අධික මාත්‍රණයට ලක් කර ඇත. ඉන්ට්‍රින්සික් අර්ධසන්නායක කොටස නිසා පින් ඩයෝඩයට සුවිශේෂී ලක්ෂණ කිහිපයක් ලැබී තිබේ. අධික මාත්‍රණය නිසා පී හා එන් අර්ධසන්නායක කොටස්වල සන්නායකතාව අධික වුවත්, ඉන්ට්‍රින්සික් කොටසේ සන්නායකතාව ඉතාම අල්පයි (මාත්‍රණය නොකරපු අර්ධසන්නායකවල සන්නායකතාව ඉතා අඩු බව ඔබ ඉගෙන තිබෙනවා). දළ වශයෙන් එමනිසා මෙම ඉන්ට්‍රින්සික් කොටස පරිවාරක කොටසක් මෙන් ක්‍රියා කරනවා.

බයස් කර නොමැති විට හා පසු නැඹුරු කර ඇති විට, හායිත පෙදෙස සාමාන්‍ය පීඑන් ඩයෝඩයකට වඩා ඉතා පුලුල්ය (මුලු I කොටසම හායිත පෙදෙසක් බවට පත් වේ). එහෙත් පෙර නැඹුරු කරන විට, පී පැත්තෙන් සිදුරුද එන් පැත්තෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝනද මෙම ඉන්ට්‍රින්සික් කොටසට ඇතුලු වේ. මෙවිට I කොටසේ stored charge (ගබඩා වෙච්ච ආරෝපණ) තිබෙනවා යැයි පවසනවා. එවිට මෙතෙක් "හොඳ පරිවාරකයක්" සේ සිටි ඉන්ට්‍රින්සික් කොටස "හොඳ සන්නායකයක්" බවට පත් වෙනවා (යම් තැනක ආරෝපණ වාහක තිබෙනවා නම් එය සන්නායකයක්නෙ). පෙර නැඹුරුවේදී ක්‍රමයෙන් හා ඉක්මනින් හායිත පෙදෙස ඉවත්ව යනවා (සාමාන්‍ය ඩයෝඩයකත් මෙය සිදු වන නමුත් පින් ඩයෝඩයේදී වැඩිපුර සිදු වේ).

සාමාන්‍ය පීඑන් සන්ධියකදි හමුවන හායිත පෙදෙසට වඩා පින් ඩයෝඩයක හායිත පෙදෙස විශාලය. එනිසාම සන්ධි ධාරිතාව ඉතාම කුඩාය (ධාරිත්‍රකයක ආරෝපිත තහඩු දෙක අතර දුර වැඩි වන විට ධාරිතාව අඩුවේ). එනිසා මෙවැනි ඩයෝඩයක් පසු නැඹුරු කර ඇති විටක ඒ හරහා අධිසංඛ්‍යාත සංඥා යැවේදී, එම සංඥා අවුට්පුට් එකට "කාන්දු වෙන්නේ" නැත. ඩයෝඩ් ස්විච් යටතේ ඔබ ඉගෙන ගත්තා සාමාන්‍ය ඩයෝඩයකදී සන්ධි ධාරිතාව වැඩි නිසා, ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු කර නැති විටදීත් (එනම් ඩයෝඩය ඕෆ් විටදීත්) ඉන්පුට් සංඥාව අවුට්පුට් වුණා (දුර්වල සංඥාවක් ලෙස). එනිසා සන්ධි ධාරිතාව ඉතාම අඩු නිසා අධිසංඛ්‍යාත සංඥා සමග මෙවැනි ඩයෝඩ යෙදිය හැකියි.

තවද, හායිත පෙදෙස විශාල නිසාම පසු නැඹුරුවේදී බිඳවැටීම සිදු කිරීමට වැඩිපුර වෝල්ට් ගණනක් අවශ්‍ය වේ. ඒ කියන්නේ පසු නැඹුරු බිඳවැටුම් වෝල්ටියතාව සාමාන්‍ය ඩයෝඩයකට වඩා විශාලය. මේ නිසා මෙවැනි පින් ඩයෝඩ අධිවෝල්ටියතා ඒසී විදුලියත් ඍජුකරණය කිරීමට යොදා ගත හැකියි (high voltage rectifier – HV rectifier).

ප්‍රකාශ ඩයෝඩයකදී පිටින් පතිත වන ආලෝකය මඟින් ඉලෙක්ට්‍රෝන-සිදුරු යුගල ඇති වෙනවානෙ. මෙම සිදුවීම සිදු වන්නේ ඩයෝඩ සන්ධියේය; එනම් සන්ධියේ තිබෙන හායිත පෙදෙසේය. මෙම හායිත පෙදෙස පින් ඩයෝඩයකදී විශාලය. ඒ කියන්නේ ආලෝකය නිසා ඉලෙක්ට්‍රෝන-සිදුරු සාදන ක්‍රියාව අධික වේගයෙන් සිදු වේ. පින් ප්‍රකාශ ඩයෝඩ සාමාන්‍ය පීඑන් ප්‍රකාශ ඩයෝඩවලට වඩා රෙස්පොන්සිවිටි එක වැඩි මේ නිසාය.

බහුලවම භාවිතා වන ප්‍රකාශ ඩයෝඩ වර්ගය පින් ප්‍රකාශ ඩයෝඩයයි. සාමාන්‍ය ආලෝකයට වගේම වෙනත් විකිරණයන්ට සංවේදී වන සේ මෙවැනි ප්‍රකාශ පින් ඩයෝඩ නිපදවනවා. ඒ අනුව, අධෝරක්ත, සාමාන්‍ය දෘෂ්‍යාලෝකය, පාරජම්බුල, එක්ස් රේ, ගැමා කිරණ, මෙන්ම වෙනත් න්‍යෂ්ටික විකිරණයන් (ඇල්ෆා හා බීටා) හඳුනාගත හැකි ප්‍රකාශ පින් ඩයෝඩ නිපදවා ඇත. විකිරණයන් හඳුනා ගැනීමට භාවිතා කෙරෙන සරල ගයිගර් කවුන්ටර් (Geiger Counter) නම් උපකරණ මේ ක්‍රමයෙන් සෑදිය හැකියි.

තවද, ඉහතදී පැවසූ ලෙසම, පෙර නැඹුරු කළ විට, පී කොටසින් සිදුරුද එන් කොටසින් ඉලෙක්ට්‍රෝනද නිසඟ අර්ධසන්නායක කොටසට රොක් වෙනවා. එවිට එම කොටසේ අධික ආරෝපණ ප්‍රමාණයක් (stored charge) පවතිනවා. ඉලෙක්ට්‍රෝන හා සිදුරු එකිනෙකට විරුද්ධ නිසා සාමාන්‍යයෙන් මේ දෙක එකිනෙකට රිකම්බයින් වී උදාසීන වෙනවා. මෙම ආරෝපණ එක ළඟින් තිබෙන විට පහසුවෙන් රිකම්බයින් වෙනවා. එහෙත් මෙම ඉලෙක්ට්‍රෝන හා සිදුරු වේගයෙන් දෙපැත්තට ගමන් කරන විට රිකම්බයින් වීමට තිබෙන අවස්ථාව අඩු වෙනවා (පාරේදී හදිසියේ දෙපැත්තට යන දෙදෙනෙකු මුන ගැසුණත් හදිසිය නිසා ඒ දෙදෙනාට කතා කිරීමට අවස්ථාවක් නැහැ වගේ). සෙමින් ගමන් කරන විට රිකම්බයින් වීමට අවස්ථාව වැඩි වෙනවා. ඒ කියන්නේ සංඛ්‍යාතය වැඩි වන තරමට රිකම්බයින් වීම අඩු වෙනවා (සංඛ්‍යාතය වැඩි වීම වේගය වැඩි වීමක් බඳුයි).

එහෙත් ඉහත හේතුව නිසා තවත් ප්‍රශ්නයක් ඇති වෙනවා. එනම් පින් ඩයෝඩයේ සන්ධිය දෙපස බොහෝ ආරෝපණ (stored charge) පවතිනවා. මේ නිසා රිවර්ස් රිකවරි ඩිලේ ප්‍රශ්නය ඇති වෙනවා (රිවර්ස් රිකවරි ඩිලේ ගැන මීට කලින් කතා කර තිබෙනවා). වෙනත් ඩයෝඩවලට වඩා පින් ඩයෝඩයකදී මෙම රිකවරි ප්‍රශ්නය බරපතල ලෙස පවතිනවා. මෙය බැලූ බැල්මට අධිසංඛ්‍යාත සංඥා යැමට බාධාවක් ඇති කරනවා නේද? එක් අතකින් සන්ධි ධාරිතාව නිසා අධිසංඛ්‍යාතවලට හොඳ තත්වයක් ඇති වූ අතරම, රිකවරි ප්‍රශ්නය නිසා අධිසංඛ්‍යාතයන්ට නරක තත්වයක්ද ඇති කරනවා. එහෙත් මීට විසඳුමද ඉබේම ලැබෙනවා.

සංඥා සංඛ්‍යාතය වැඩි වන විට, ආරෝපණ රිකම්බයින් වීම අවම වේ. ඒ කියන්නේ සන්ධියේ (එනම් I කොටසේ) තිබෙන ආරෝපණ ඉක්මනින් උදාසීන නොවේ. මේ නිසා අධිසංඛ්‍යාත සංඥා ගමන් කරන විට සුපුරුදු ඩයෝඩ සන්ධි ක්‍රියාකාරිත්වය නැති වී ගොස්, I (අයි) කොටස සාමාන්‍ය සන්නායක කැබැල්ලක් සේ ක්‍රියා කරන්නට ගන්නවා. ඒ කියන්නේ අධිසංඛ්‍යාත සංඥාවලට කිසිදු බාධාවකින් තොරව නිකංම වයර් එකක් තුලින් යනවා වැනි තත්වයක් ඇති වෙනවා.

ඉහත ප්‍රකාශය තවත් ආකාරයකින් මේ අයුරින්ද පැවසිය හැකියි. අඩු සංඛ්‍යාතවලදී පින් ඩයෝඩය දළ වශයෙන් සාමාන්‍ය ඩයෝඩයක් සේ ක්‍රියා කරනවා. එහෙත් සංඛ්‍යාතය ක්‍රමයෙන් වැඩි වන විට, පින් ඩයෝඩයේ පෙර නැඹුරු කළ විට දක්වන සාමාන්‍ය හැසිරීමෙන් ඉවත්ව, ධාරාවෙන් පාලනය වන රෙසිස්ටරයක් (current-controlled resistor) බවට පත් වෙනවා. එක් එක් පින් ඩයෝඩයේ මෙම වෙනස සිදු වන සංඛ්‍යාතය වෙනස්ය (සාමාන්‍යයෙන් මෙගාහර්ට්ස් පරාසයේ මෙම සංඛ්‍යාතය පවතී). පින් ඩයෝඩයේ ඉන්ට්‍රින්සික් කොටසේ ගනකම වැඩි වන විට, මෙම සංක්‍රාන්ති සංඛ්‍යාත අගය අඩු වේ.

සටහන

Controlled Resistors

රෙසිස්ටරයක් යනු ඕම් නියමය පිළිපදින ඉතා සරල හා රේඛීය ඉලෙක්ට්‍රොනික් උපාංගයක් බව ඔබ දන්නවා. සාමාන්‍ය රෙසිස්ටරයක් හරහා ධාරාවක් ගලා ගිය විට, එය දෙපස යම් නිශ්චිත වෝල්ටියතාවක් ඩ්‍රොප් වෙන බවද ඔබ දන්නවා. රෙසිස්ටරය සාමාන්‍ය එකක් වුවත්, විශේෂිත ආකාරයේ එකක් වුවත් ඒ ආකාරයට වෝල්ටියතාවක් ඩ්‍රොප් වීම අනිවාර්යයෙන්ම සිදු වෙනවා.

විශේෂිත ආකාරයේ රෙසිස්ටර් දෙකක් ගැන අපට කතා කළ හැකියි. ඉන් එකක් නම්, උපාංගය හරහා යවන ධාරා ප්‍රමාණය විසින් ඕම් අගය වෙනස් කරන ජාතියේ රෙසිස්ටරයකි. ඒ කියන්නේ උපාංගය හරහා යන ධාරාව තීරණය කරනවා එම උපාංගයේ තිබිය යුතු ඕම් ගණන කොච්චරද කියා. විදුලි ධාරාව විසින් ප්‍රතිරෝධය පාලනය කරන නිසා, මෙවැනි රෙසිස්ටර් ධාරාවෙන් පාලනය වන රෙසිස්ටර් (**current-controlled resistor**) ලෙස හැඳින්වෙනවා.

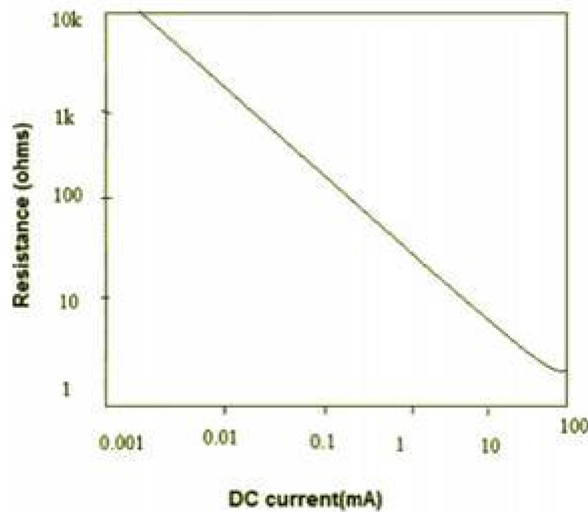
මෙලෙසම යම් උපාංගයක දෙපස තිබෙන වෝල්ටියතාව වෙනස් කිරීමෙන් එම උපාංගයේ ඕම් අගය වෙනස් කළ හැකියි. වෝල්ටියතාව මඟින් ප්‍රතිරෝධය තීරණය කරන නිසා, එවැනි උපාංග විභවය විසින් පාලනය කරන රෙසිස්ටර් (**voltage-controlled resistor**) ලෙස හැඳින්වෙනවා.

ඇත්තටම, මෙවැනි රෙසිස්ටර් සාමාන්‍ය රෙසිස්ටර් මෙන් කඩෙන් විවිධ අගයන්ගෙන් මිලදී ගත නොහැකියි. මෙම විශේෂිත රෙසිස්ටර් දෙක වැදගත් වන්නේ සංකල්පීය වශයෙනි. එනම්, "අහවල් උපාංගයේ ප්‍රතිරෝධය ඒ හරහා යන ධාරාව අනුව වෙනස් වෙනවා" යනුවෙන් පැවසූ විට, ඉන් කියවෙන්නේ එම උපාංගය කරන්ට්-කන්ට්‍රෝල්ඩ් රෙසිස්ටරයක් බවයි.

සමහරවිට ඔබ නිර්මාණය කරන්නට යන පරිපථයකට මෙවැනි ගති ගුණයක් අවශ්‍ය වීමට පුලුවන්. එවිට එවැනි විශේෂ හැසිරීම් දක්වන උපාංගයක් (හෝ කුඩා පරිපථ කොටසක්) යොදා ගත හැකියි. එම උපාංගය (හෝ පරිපථ කොටස) සත්‍ය වශයෙන්ම රෙසිස්ටරයක් නොවූවත් ඔබට අවශ්‍ය හැසිරීම (එනම් ගලන ධාරාව හෝ වෝල්ටියතාව විසින් ප්‍රතිරෝධය වෙනස් කිරීම) ඉන් ලබා ගත හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස අධිසංඛ්‍යාතයන් සඳහා පින් ඩයෝඩය ධාරාවෙන් පාලනය වන ප්‍රතිරෝධකයකි.

ඉහත කතා කළේ මූලික කන්ට්‍රෝල්ඩ් රෙසිස්ටර් (පාලිත ප්‍රතිරෝධක) වර්ග දෙක ගැනයි. මීට අමතරව, උෂ්ණත්වය විසින් පාලනය කරන ප්‍රතිරෝධක සෑදිය හැකියි. එනම් උෂ්ණත්වය අඩු වැඩි වන විට ප්‍රතිරෝධය අඩු වැඩි වේ. එවිට ඒවා temperature-controlled resistor ලෙස හැඳින්විය හැකියි. ඔබ විසින් අතින් වෙනස් කරන සාමාන්‍ය විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධක පවා කන්ට්‍රෝල්ඩ් රෙසිස්ටර් යටතට ගත හැකියි. එවිට, ප්‍රතිරෝධ අගය වෙනස් වන්නේ යාන්ත්‍රික ගුණයකටයි (එනම් "අතින් කරකැවීම"). මෙය manually-controlled resistor ලෙස අවශ්‍ය නම් කෙනෙකුට නම් කළ හැකියි. මේ ආකාරයට විවිධ ගතිගුණයන්ට සංවේදීව තමන්ගේ ප්‍රතිරෝධ අගය වෙනස් කර ගන්නා ඕනෑම උපාංගයක් කන්ට්‍රෝල්ඩ් රෙසිස්ටරයකි. යම් ගුණයකට සංවේදී වන නිසාම, කන්ට්‍රෝල්ඩ් රෙසිස්ටර් සංවේදක උපාංගයක් ලෙසද සැලකිය හැකියි නේද?

මේ අනුව, පින් ඩයෝඩයකදී අධිසංඛ්‍යාතවලදී ඩයෝඩය හරහා යන ධාරාවට ප්‍රතිලෝමව සමානුපාතිකව (එනම් රේඛීයව) ඩයෝඩයේ ප්‍රතිරෝධය වෙනස් වේ. ධාරාව වැඩි වන විට, ප්‍රතිරෝධය අඩු වේ.



ඉතිං පින් ඩයෝඩය හැසිරෙන්නේ සාමාන්‍ය ඩයෝඩය ලෙසද නැතහොත් රෙසිස්ටරයක් ලෙසද යන්න තීරණය වන්නේ සාධක දෙකක් මතය. එකක් නම් ඒ හරහා යන සංඥාවේ සංඛ්‍යාතයයි. අනෙක පින් ඩයෝඩය හරහා යන ධාරා ප්‍රමාණයයි. සංඛ්‍යාතය වැඩි වන විට රිකම්බයින් වීමට අවස්ථාවක්/විවේකයක් නැති වීම නිසා ඉහත සංසිද්ධිය සිදු වන හැටි ඉහත විස්තර කළා. එහෙත් ඩයෝඩය හරහා යන ධාරාව කෙසේ බලපායිද?

ධාරාවක් යනු ආරෝපණ ගමන් කිරීමයි. යම් සන්නායකයක් ඔස්සේ වැඩිපුර ධාරාවක් ගලනවා යනු එම සන්නායකය පුරාම ආරෝපණ වැඩි වශයෙන් ගැවසෙනවා යන්නයි. ඒ අනුව පින් ඩයෝඩය හරහා වැඩි ධාරාවක් යනවා යනු මුලු ඩයෝඩය දිගේම වැඩි ආරෝපණ ප්‍රමාණයක් පවතිනවා යන්නයි. ඒ කියන්නේ I කොටසේද වැඩිපුර ආරෝපණ පවතිනවා. ඉතිං එම කොටසේ ඉලෙක්ට්‍රෝන හා සිදුරු රිකම්බයින් වුවත්, වැඩි වැඩියෙන් තවත් ආරෝපණ එකතු වන විට, එම කොටසේ ස්ටෝර්ඩ් චාජ් එක අඩුවක් නොවී දිගින් දිගටම පවතිනවා. එවිට පින් ඩයෝඩය නිකංම සන්නායක කොටසක් ලෙස දිගටම පවතිනවා.

ඉහත සාධක දෙකම බලපාන අයුරු තනි ගණිතමය සම්බන්ධතාවක්/සූත්‍රයක් ආකාරයට පහත ලියා ඇත. මෙහි Q යනු stored charge වන අතර, I_{FD} යනු පින් ඩයෝඩය හරහා ගලන පෙර නැඹුරු ධාරාවයි. f යනු ඩයෝඩය හරහා ගලා යන සංඥාවේ සංඛ්‍යාතයයි. >> යනු ඉතා විශාලයි යන තේරුම ලබා ගෙන ගණිතමය සංකේතයයි (අඩුම වශයෙන් දස ගුණයක් වැඩියි). මෙම ගණිතමය ප්‍රකාශයේ දළ තේරුම නම්, ධාරාව කුමක් වුවත්, සංඛ්‍යාතය කුමක් වුවත් ඒ දෙකේම බලපෑම නොදැනෙන තරමේ විශාල ආරෝපණ ප්‍රමාණයක් තිබේය යන්නයි. (මෙය වඩාත් වැදගත් වන්නේ ලාජ් සිග්නල් සඳහායි.)

$Q >> I_{FD}/2\pi f$

දැන් ඉහත සාධක දෙකම එකට බලපාන අයුරු බලමු. සිතන්න පින් ඩයෝඩය හරහා කුඩා ධාරාවක් ගලනවා කියා. දැන් ඒ සමගම අඩු සංඛ්‍යාත සංඥාවක් ගමන් කරනවා. මෙවිට ධාරාව අඩු නිසා අයි කොටසේ තිබෙන්නේ අඩු ආරෝපණ ප්‍රමාණයකි. තවද සංඥාවේ සංඛ්‍යාතය අඩු නිසා (එනම් මන්දගාමී නිසා) එම අඩුවෙන් පවතින ආරෝපණ පහසුවෙන් රිකම්බයින් වීමේ ක්‍රියාවද සිදු වෙනවා. ඒ

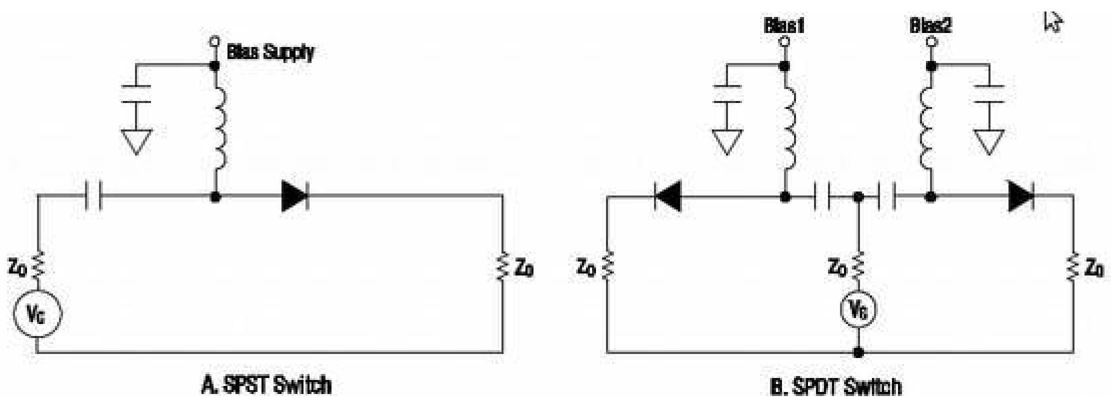
කියන්නේ දැන් සාමාන්‍ය ඩයෝඩයක් ලෙසයි පින් ඩයෝඩය වැඩ කරන්නේ (සාමාන්‍ය ඩයෝඩයකදී සංඥාවේ වෝල්ටියතාවෙන් ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු වූ විට එම සංඥා අර්ධය අවුට්පුට වන අතර, සංඥා වෝල්ටියතාවෙන් ඩයෝඩය පසු නැඹුරු වූ විට එම සංඥාව අවුට්පුට් නොවේ; ඒ කියන්නේ තරංග ඍජුකරණය සිදු වේ).

එහෙත් දැන් සංඥාවේ සංඛ්‍යාතය වැඩි කරගෙන යන්න. එවිට රිකම්බයින් වීම ක්‍රමයෙන් අඩු වේ. එවිට ක්‍රමයෙන් ඩයෝඩය සාමාන්‍ය ඩයෝඩ ක්‍රියාවෙන් ඈත්වී සාමාන්‍ය සන්නායකයක් බවට පත් වේ (එවිට ඩයෝඩය ඍජුකරණය සිදු නොකරයි). සම්පූර්ණයෙන්ම සාමාන්‍ය සන්නායකයක් බවට පත් වීම තෙක්ම රිවර්ස් රිකවරි ඩිලේ එක නිසා සංඥාව විකෘති වේ. එහෙත් යම් සංඛ්‍යාතයකදී මෙම විකෘතිය ඉවත්ව යයි (මෙවිටයි සාමාන්‍ය සන්නායකයක් බවට පත් වූවා යැයි සලකන්නේ).

සංඛ්‍යාතය වැඩි නොකර, එහෙත් ඩයෝඩය හරහා යන ධාරාව ක්‍රමයෙන් වැඩි කරන්න. එවිට අයි කොටසේ ස්ටෝර්ඩ් චාජ් එක වැඩි වේ. සංඛ්‍යාතය අඩු නිසා වැඩිපුර රිකම්බයින් වුවත්, ධාරාව විසින් තව තවත් ආරෝපණ එතැනට ගෙනෙන නිසා පින් ඩයෝඩය සාමාන්‍ය සන්නායකයක් ලෙස ක්‍රියා කරනවා. දැන් සංඛ්‍යාතයත් වැඩි කළොත් තවත් හොඳින් එය සිදු වෙනවා.

මින් කිව හැක්කේ සංඛ්‍යාතය අඩු අවස්ථාවලදී ඩයෝඩය හරහා යන ධාරාව වැඩි කර පින් ඩයෝඩයේ අපූරු ක්‍රියාකාරිත්වය (එනම් සාමාන්‍ය ඩයෝඩ ක්‍රියාවෙන් ඈත්ව සන්නායකයක් (රෙසිස්ටරයක්) බවට පත් වීම) ලබා ගත හැකි බවයි. සංඛ්‍යාතය වැඩි වීම හා ධාරාව වැඩි වීම එකිනෙකට උදව් කරගන්නා බව පේනවා නේද?

ඩයෝඩ ස්විච ගැන අප මුලින් ඉගෙන ගත්තා. සාමාන්‍ය ඩයෝඩ හෝ ස්විචිං ඩයෝඩ යොදාගෙන අපට සාදා ගත හැකි වූයේ ස්මෝල් සිග්නල් (කුඩා සංඥා) සඳහා ස්විචයකි. ලාජ් සිග්නල් සඳහා එම පරිපථයම අපට සකසා ගන්නට පුලුවන් පින් ඩයෝඩ එහි යෙදුවොත්. එවිට, පින් ඩයෝඩය හරහා ඈම්පියර් ගණන් විශාල සංඥා වුවත් යැවිය හැකියි. සාමාන්‍ය සන්නායකයක්/වයරයක් දිගේ කුඩා හෝ ලොකු සංඥා යැවිය හැකියිනෙ කිසිදු විකෘතියක් නොමැතිව. ඉතිං පින් ඩයෝඩයේ ඉහත අපූර්ව ක්‍රියාකාරිත්වයේ ප්‍රතිඵලය (අධිසංඛ්‍යාත සඳහා) සාමාන්‍ය සන්නායකයක් (වයර් කැබැල්ලක්) වගේ ඩයෝඩය ක්‍රියා කිරීමයි. මීට පෙර ඩයෝඩ ස්විචිං යටතේ තිබූ පරිපථවල තිබූ සාමාන්‍ය හෝ ස්විචිං ඩයෝඩය වෙනුවට පින් ඩයෝඩයක් ආදේශ කළ විට මෙවැනි පරිපථ ලැබේ. පහත දැක්වෙන්නේ එවැනි පරිපථ දෙකකි.



ඉහත පරිපථ දෙකෙහි V_G යනු ඉන්පුට් කරන සංඥාවයි. එහි පළමු පරිපථය SPST switch ලෙස නම් කර ඇත. ඊට හේතුව මෙයයි. විවිධාකාරයේ ස්විච ඇත. ඒවායේ ක්‍රියාකාරිත්වයන් එකිනෙකට වෙනස්ය. ඉතිං එම විවිධත්වයන් සලකා ස්විචයන් වර්ග කිහිපයකට වර්ග කොට ඇත. SPST, SPDT යනු එම වර්ග අතුරින් දෙකකි. SPST (single pole single throw) ස්විචය සාමාන්‍ය ස්විචයයි. එනම් එය එක් පැත්තකට "කැඩූ" (දැමූ) විට ඔන් වේ; අනෙක් පැත්තට ස්විචය කැඩූ විට ඕෆ් වේ. ඉහත A වලින් දැක්වෙන ස්විචයත් එබඳුයිනෙ. බයස් වෝල්ටියතාව ලබා දී ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු කළ විට, සංඥාව අවුට්පුට් වේ (ඔන් වේ). බයස් වෝල්ටියතාව 0 කළ විට හෝ ඍණ කළ විට, සංඥාව අවුට්පුට් වන්නේ නැත (එනම් ඕෆ් වේ). එලෙසම SPDT (single pole double throw) ස්විචය යනු දෙපැත්තකට කැඩිය හැකි ස්විචයකි. එක් පැත්තකට කැඩූ විට එම පැත්තේ පරිපථ කොටස ඔන් වන අතර, අනෙක් පසට කැඩූ විට එම පැත්තේ පරිපථ කොටස ඔන් වේ. ඉහත රූප දෙකෙහි ඇත්තේ ඩයෝඩ ශ්‍රේණිගතව සම්බන්ධ කර ඇති ස්විචයි; සමාන්තරගතව සම්බන්ධ කරද එම ස්විච සෑදිය හැකි බව ඔබ ඉගෙන තිබෙනවා (ෂන්ට් ස්විචිං). ඩයෝඩ ස්විච පාඩමේදී මෙම spst, spdt යන වචන යොදා නැති වුවත්, එම ස්විචද මෙවැනි නම්වලින් හැඳින්විය හැකි බව මතක තබා ගන්න. (පොදුවේ ස්විච ගැන වෙනමම පාඩමක් පසුවට ඇත.)

මෙලෙස කළ හැකි වූයේ පින් ඩයෝඩයේ ඉහතදී පැහැදිලි කළ සංසිද්ධිය නිසාය. එනම් ධාරාව හා සංඛ්‍යාතය වැඩි කළ විට පින් ඩයෝඩය රෙසිස්ටරයක් (සන්නායකයක්) බවට පත් වීමයි. මෙවැනි පරිපථයකදී අධිසංඛ්‍යාත නම් යවන්නේ බයස් කරන ධාරාව කුඩා වූවාට ගැටලුවක් නැත. එහෙත් සංඥාවේ සංඛ්‍යාතය එතරම් විශාල නැතිනම් බයස් කරන ධාරාව වැඩි කිරීමට වග බලා ගන්න.

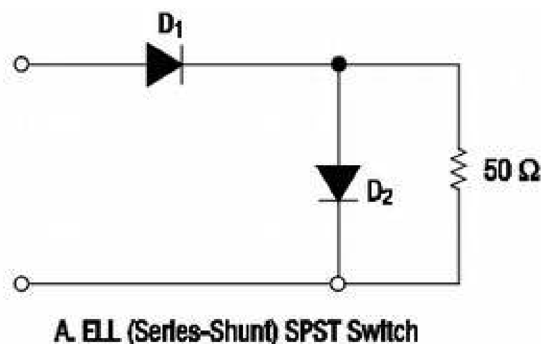
සටහන
ඉහත පැහැදිලි කිරීම්වලදී පින් ඩයෝඩය රෙසිස්ටරයක් ලෙස ක්‍රියා කරන බව පැවසුවා. එයම තවත් අවස්ථාවක මා දක්වා තිබෙන්නේ පින් ඩයෝඩය සන්නායකයක් ලෙස ක්‍රියා කරන බවයි. ඇත්තටම මේ ප්‍රකාශ දෙකෙන්ම කියන්නෙ එකම දෙයයි. ඊට හේතුව, ඕනෑම සන්නායකයක ප්‍රතිරෝධයක් තිබීමයි.

ඕනෑම ඩයෝඩ ස්විචිං පරිපථයක් හරහා සංඥා ගමන් කරන විට වැදගත් කරුණු දෙකක් සැලකීමට සිදු වේ (isolation හා insertion loss).

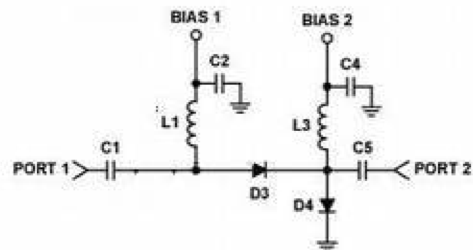
1. **Isolation** යනු ඩයෝඩ ස්විචය ඕෆ් කළ විට ඉන්පුට් සිග්නල් එක අවුට්පුට් නොවන බවට වග බලා ගැනීමයි (isolation යන ඉංග්‍රිසි වචනයේ සාමාන්‍ය තේරුම "වෙන් කිරීම" යන්නයි). ඔබ සිතුවාට ඩයෝඩ ස්විචයක් ඕෆ් කළ පසු, ඉන්පුට් කරන සිග්නල් එක පොඩ්ඩක්වත් අවුට්පුට් වන්නේ නැත කියා, ප්‍රායෝගික තලයේදී සමහරවිට ඉතාම කුඩා ප්‍රමාණයකින් එය අවුට්පුට් විය හැකියි (ඉතාම දුර්වල සංඥාවක් ලෙස). ඩයෝඩය ඕෆ් විටත් එහි කුඩා හෝ ප්‍රමාණයක් අවුට්පුට් වෙනවා නම් එය දෝෂයක් නේද? උදාහරණයක් ලෙස, ඔබේ නිවසේ විදුලි ස්විචයක් ඕෆ් කළ පසුවත් ඊට සම්බන්ධ කර ඇති උපකරණය වැඩ කරනවා නම් එම ස්විචය නරක් වෙච්ච ස්විචයක් ලෙස සලකනවා නේද? ඩයෝඩ ස්විච පාඩමේදී පෙන්වා දුන්නා සන්ධි ධාරිතාව නිසා ඩයෝඩය ඕෆ් විටත් යම් කොටසක් අවුට්පුට් වෙනවා කියා. සාමාන්‍ය ඩයෝඩයකදී මෙය වැඩි වශයෙන් සිදු වූවා. ස්විචිං ඩයෝඩයක් යෙදීමෙන් මෙය නැතිම තරමට අඩු වූවා. පින් ඩයෝඩ යෙදුවොත් එය තවත් අඩු වෙනවා.

ප්‍රශ්නය වන්නේ ඩයෝඩයක සන්ධි ධාරිතාව ශුන්‍ය කළ නොහැකියි. ඒ කියන්නේ හැමවිටම ඉන්පුට් සංඥාවෙන් යම් කොටසක් අවුට්පුට් වෙනවාමයි. හැබැයි එය අපට අවශ්‍ය ප්‍රමාණයට කරදරයක් නැති ප්‍රමාණය දක්වා අඩු කර ගත හැකියි සංඥාවේ සංඛ්‍යාතයට ගැලපෙන අඩු සන්ධි ධාරිතාවක් සහිත ඩයෝඩ යෙදීමෙන්.

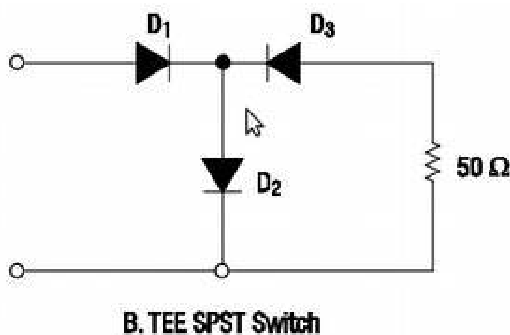
ඊට අමතරව එක් ඩයෝඩයක් වෙනුවට ඩයෝඩ දෙකක් හෝ කිහිපයක් එකම සංඥාව ඔන් ඕෆ් කිරීමට යොදා ගතහොත් එවිටද අයිසොලේෂන් එක තවත් හොඳ වේ. පහත රූපයේ දැක්වෙන්නේ එලෙස ඩයෝඩ දෙකක් යොදා ඇති අවස්ථාවකි (compound switch). මෙහි ඩයෝඩ දෙක ඉංග්‍රිසි L අකුරක් ආකාරයට පවතින නිසා **L compound SPST switch** ලෙස හැඳින්විය හැකියි.



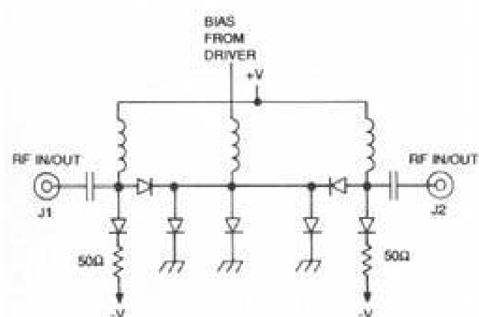
A. ELL (Series-Shunt) SPST Switch



මෙහි D3 ඩයෝඩය ශ්‍රේණිගත spst ස්විචයක් ලෙසද, D4 ඩයෝඩය ෂන්ට් spst ස්විචයක් ලෙසද සකසා එකට යොදා ඇත. මේ ආකාරයටම පහත රූපයේ දැක්වෙන්නේද තවත් කම්පවුන්ඩ් ස්විචයකි. මෙහිද අයිසොලේෂන් අගය ඉතා ඉහලයි. මෙහි ඩයෝඩය 3 යොදා තිබෙන හැඩය නිසා, **T compound SPST switch** ලෙස හැඳින්වෙනවා.

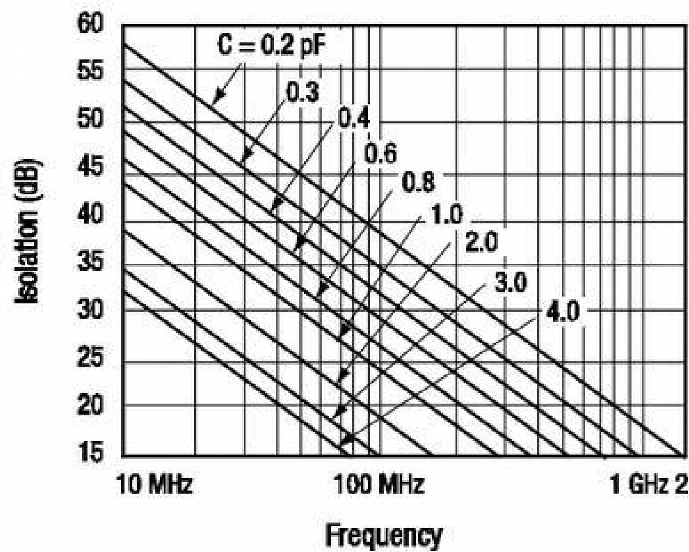


B. TEE SPST Switch

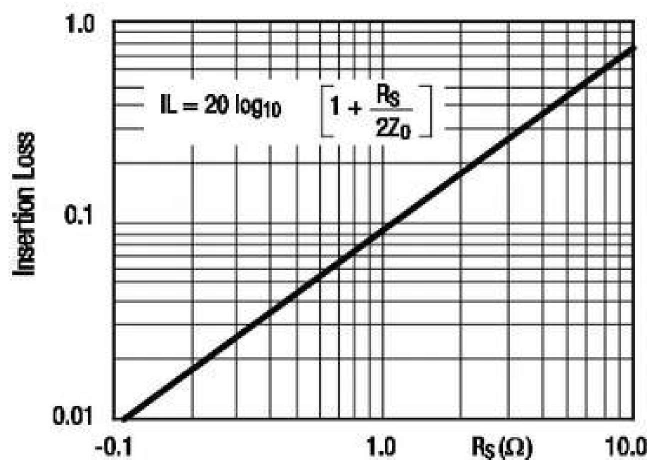


අයිසොලේෂන් එක සංඛ්‍යාත්මකව ඩෙසිබල් ඒකකයෙන් මැනේ. උදාහරණයක් ලෙස, ඩෙසිබල් 10 ක අයිසොලේෂන් එකක් ඇත් නම්, ඉන් කියන්නේ ඉන්පුට් සංඥාවෙන් 10%ක ප්‍රමාණයක් අවුට්පුට් වෙනවා කියන එකයි. එය ඉතාම දුර්වල අයිසොලේෂන් එකකි. එය ඩෙසියල් 60 ක් වූවා නම්, ඉන් කියන්නේ ඉන්පුට් සංඥාවෙන් මිලියනයෙන් පංගුවක් තරම් ඉතාම කුඩා ප්‍රමාණයක් අවුට්පුට් වේ යන්නයි. එය නම් හොඳ අයිසොලේෂන් එකක්. පහත දැක්වෙන්නේ සන්ධි ධාරිතා අගයන් කිහිපයක්

සඳහා අයිසොලේෂන් එක සංඛ්‍යාතය සමග වෙනස් වන හැටි පෙන්වන ප්‍රස්ථාරයකි. බලන්න ධාරිතාව වැඩි වන විටත්, සංඛ්‍යාතය වැඩි වන විටත්, අයිසොලේෂන් එක අඩු වේ.

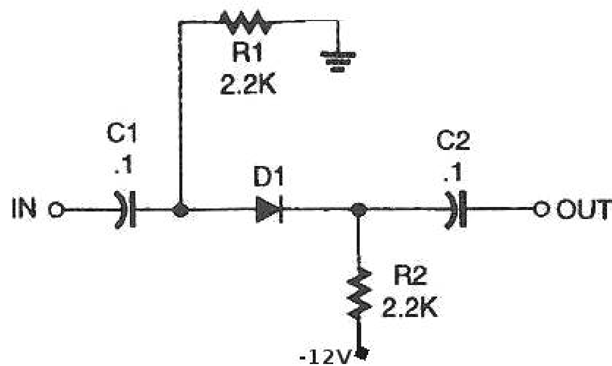


2. **insertion loss** යනු ඉන්පුට් කරපු සංඥාව අවුට්පුට් කරන විට එම සංඥාවෙන් කොච්චර ප්‍රමාණයක් පරිපථය තුළදී හානි වී ඇත්ද යන්නයි. මෙම අගය හැකි තරම් අඩු වීම හොඳයි. මෙයට බලපාන ප්‍රධානතම සාධකය වන්නේ ඩයෝඩයේ පෙර නැඹුරු ප්‍රතිරෝධයයි. ඔබ දන්නවා ඩයෝඩය හරහා යන ධාරාව වැඩි වන විට මෙම ප්‍රතිරෝධය අඩු වන බවත්. ඒ කියන්නේ ඉන්සර්ෂන් ලොස් එක තරමක් දුරට අපට පාලනය කළ හැකියි නේද? අඩු අගයක් ලබා ගැනීමට, ඩයෝඩය හැකි පමණ වැඩි පෙර නැඹුරු ධාරාවකින් බයස් කරන්න. ඊට අමතරව ලෝඩ් රෙසිස්ටන්ස් එකත් සාධකයකි. පහත දැක්වෙන්නේ පින් ඩයෝඩයක ඉන්සර්ෂන් ලොස් එක දක්වන ප්‍රස්ථාරයකි. එම ප්‍රස්ථාරයේම ඉන්සර්ෂන් ලොස් එක ගණනය කරන සූත්‍රයත් ලියා ඇත (ශ්‍රේණිගත SPST ස්විචයක් සඳහා). එයද ඩෙසිබල් අගයකින් දැක්වේ.

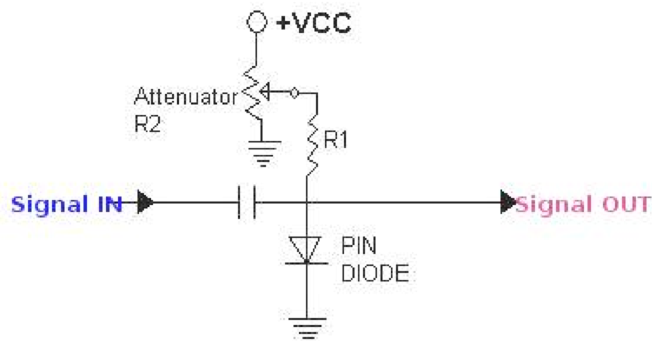


ඉහත ප්‍රස්ථාරවල හැඩය/වක්‍ර පොදුවේ ඕනෑම ඩයෝඩ ස්විචයකට අදාල කර ගත හැකියි. අධිසංඛ්‍යාත (HF) සංඥා සමග වැඩ කරන පරිපථවලදී පින් ඩයෝඩයේ ඉහත ගතිගුණය විවිධ ප්‍රයෝජන සඳහා යොදා ගත හැකියි. එවැනි යෙදවුම් කිහිපයක් දැන් සලකා බලමු.

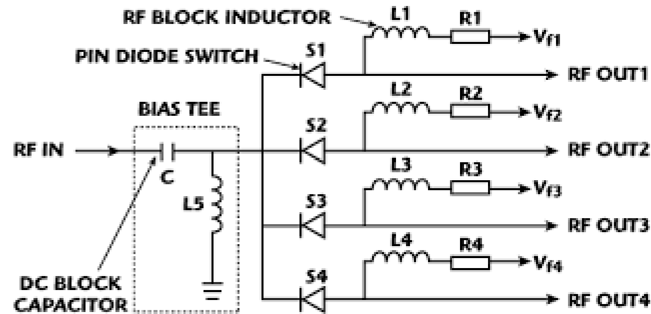
ඩයෝඩයේ ප්‍රතිරෝධය එය බයස් කරන ධාරාව මත වෙනස් වීම (එනම් ධාරාව වැඩි කරන විට, ප්‍රතිරෝධය අඩු වීම) මඟින් **විචල්‍ය හායන පරිපථ (variable attenuator)** සෑදිය හැකියි. මෙවිට, රූපයේ ආකාරයේ පින් ඩයෝඩ යෙදූ පරිපථයේ බයස් ධාරාව විචලනය කළ විට ඩයෝඩයේ ප්‍රතිරෝධය රේඛීයව වෙනස් වේ (යම් අවම ධාරාවක් දක්වා; මෙම අවම ධාරාවට වඩා බයස් ධාරාව අඩු වුවොත් සංඥාව විකෘති වේවි). ඩයෝඩයේ ප්‍රතිරෝධය වෙනස් වූ විට ඒ හරහා යන සංඥාවේ හායනය (attenuation) අඩු/වැඩි වෙනවා. හායනය විචලනය කළ හැකි නිසා පහත පරිපථය (HF) variable attenuator ලෙස හැඳින්වෙනවා.



තවද ෂන්ට් වින්‍යාසයට සැකසූ ඩයෝඩ ස්විච පරිපථයට පින් ඩයෝඩයක් ආදේශ කළ විටද අපූරු ප්‍රයෝජනයක් ගත හැකියි. අධිසංඛ්‍යාත සංඥා භූගතයට යවා අවසංඛ්‍යාත සංඥා අවුට්පුට් කළ හැකියි මෙවැනි පරිපථයකින්. බයස් ධාරාව වෙනස් කිරීමෙන් මෙසේ ග්‍රවුන්ඩ් වන (එනම් කපා දමන) සංඥා සංඛ්‍යාතය සෙට් කළ හැකියි. මෙහි ක්‍රියාකාරිත්වය සැලකුවහම මෙය එක්තරා විදියක limiter/clipper පරිපථයක් නේද?

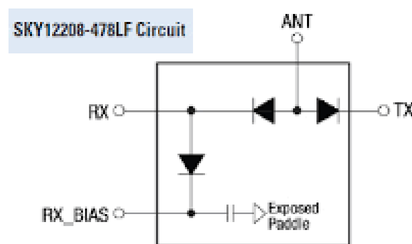


යම් අධිසංඛ්‍යාත සංඥාවක් මාර්ග කිහිපයකින් තෝරාගත් එක් මාර්ගයක් ඔස්සේ යැවීමට අවශ්‍ය නම් පින් ඩයෝඩ යොදාගෙන පහත ආකාරයේ ඩයෝඩ ස්විච පරිපථයක් සෑදිය හැකියි. අවසංඛ්‍යාත සංඥා නම් ගමන් කරන්නේ සාමාන්‍ය ඩයෝඩ වුවද යෙදිය හැකියි. බයස් අග්‍ර 4 න් එකක් ඔන් කර එක් ඩයෝඩයක් පෙර නැඹුරු කළ විට, එම ඩයෝඩය ඔස්සේ ඇති අවුට්පුට් අග්‍රයෙන් ඉන්පුට් සිග්නල් එක පිට වේ.



පින් ඩයෝඩ යොදාගෙන අධිසංඛ්‍යාතයන් විවිධ මාර්ග ඔස්සේ ගමන් කරවන පරිපථ විවිධාකාරයෙන් සෑදිය හැකියි (ඔබත් සිතා බලන්න එවැනි විවිධ ක්‍රම ගැන). මෙවැනි ස්විචිං පරිපථ සාමාන්‍යයෙන් කුඩාය. එනිසා විවිධ ආයතන විසින් නිතර භාවිතා කිරීමට සිදු වන එවැනි ස්විච පරිපථ කුඩාවට තනි පැකේජයක්/උපාංගයක් ලෙස නිපදවා වෙළඳපොලට නිකුත් කරනවා.

පහත දැක්වෙන්නේ එවැනි එක් උපාංගයක අභ්‍යන්තර පරිපථ සැලැස්මයි. මෙම ඉතා සරල අයිසී එකෙන් කරන්නේ තනි ඇන්ටනාවක් ට්‍රාන්ස්මිටර් හා රිසීවර් යන දෙකටම පොදුවේ භාවිතා කිරීමට (share) හැකි කරවීමයි. **Transmit/Receive switch** ලෙස මෙම ස්විචය හැඳින්වෙනවා. බයස් අග්‍රයට සපයන විදුලියෙන් උපාංග දෙකෙන් එකක් තෝරා ගනී. එක් අවස්ථාවකදී RX (receiver) තෝරා ගැනේ. එවිට ඇන්ටනාව රිසීවිං ඇන්ටනාවකි (එනම් සංඥා ග්‍රහණය කරන ඇන්ටනාවකි). අනෙක් අවස්ථාවේදී එය TX (transmitter) තෝරා ගනී. එවිට එය ට්‍රාන්ස්මිටිං ඇන්ටනාවකි (එනම් තරංග විසුරුවා හරින ඇන්ටනාවකි). මෙවැනි සරල ස්විචිං පරිපථ ඇමචර් රේඩියෝ (amateur radio) හෙවත් ආධුනික ගුවන්විදුලි ශිල්පය වැනි ක්ෂේත්‍රවල බහුලව භාවිතා වේ.



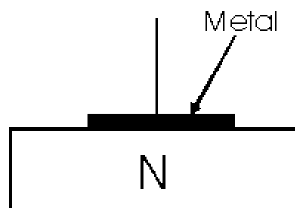
පහත දැක්වෙන්නේ විවිධ ආයතන විසින් ඉහත ආකාරයේ ස්විචිං පරිපථ (හා ඩයෝඩය අඩංගු කළ වෙනත් එවැනි පරිපථ) ඇතුලත් කර වෙළඳපොලට එවා තිබෙන උපාංග කිහිපයකි.



පින් ඩයෝඩ්වල භාවිතාව බහුලවම සිදු වන්නේ අධිසංඛ්‍යාත (HF) පරිපථවල බැවින් (ඒ කියන්නේ රේඩියෝ සිග්නල් සමග) ඒවා යොදා ගන්නා විවිධ අවස්ථාවන් පැහැදිලි කිරීමට මේ අවස්ථාවේ තරමක අපහසුතාවක් තිබෙනවා මොකද අධිසංඛ්‍යාත පරිපථ සම්බන්ධ වෙනත් තාක්ෂණික කරුණු තවම අප කතා කර නොමැති නිසා.

ෂොට්කි ඩයෝඩ

මෙය ඉතාම වැදගත් ඩයෝඩ වර්ගයකි. ෂොට්කි ඩයෝඩ (Shottky), **hot carrier diode, Shottky barrier diode** යන නම්වලින් හැඳින්වෙන්නේ එකම ඩයෝඩ වර්ගයයි (ෂොට්කි යන විද්‍යාඥයාගේ නමින් නම් කර ඇත). මෙම ඩයෝඩය නිර්මාණය කරන්නේ සුවිශේෂී විදියටයි. සාමාන්‍ය ඩයෝඩවල මෙන් පී හා එන් කැබැලි දෙකක් මෙහිදී යොදා ගන්නේ නැත. ඒ වෙනුවට එන් අර්ධසන්නායක කොටසකට ලෝහ කැබැල්ලක් සවි කරයි. ලෝහ අග්‍රය ඇනෝඩය වන අතර, එන් අර්ධසන්නායක අග්‍රය කැතෝඩය වේ.



එමනිසා සුපුරුදු පීඑන් සන්ධියක් නිර්මාණය නොවේ. එහෙත් ලෝහයක් යනු නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන බහුල ද්‍රව්‍යයකි (ඒකනේ ලෝහවලට පහසුවෙන් විදුලිය සන්නයනය කළ හැක්කේත්). එන් අර්ධසන්නායක කැබැල්ල යනුද නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන බහුල ද්‍රව්‍යයකි. එහෙත් එන් කැබැල්ලේ ඉලෙක්ට්‍රෝන ලෝහයේ තරම් නැත. සුපුරුදු පීඑන් සන්ධියක් ඇති නොවූවත්, එක්තරා ආකාරයක

ඩයෝඩ සන්ධියක් බිහි වෙනවා. මෙම සුවිශේෂී සන්ධිය **Shottky barrier** ලෙස හැඳින්වෙනවා.

යොදාගන්නා ලෝහය විවිධ විය හැකියි (ප්ලැටිනම්, ටංස්ටන්, ආදීය). අර්ධසන්නායක කැබැල්ල පී වර්ගයේද විය හැකියි (එහෙත් අතිශය බහුලවම යොදන්නේ එන් වර්ගයයි). තවද, අර්ධසන්නායකයේ මාත්‍රණයද විවිධ විය හැකියි. මේවා වෙනස් කිරීමෙන් ෂොට්කි ඩයෝඩයේ බැරියර් වෝල්ටියතාව, සන්ධි ධාරිතාව වැනි ගතිගුණ/පරාමිතීන් වෙනස් කළ හැකියි.

සාමාන්‍ය ඩයෝඩයක මෙන් පීඑන් සන්ධියක් නැති නිසා, ඉලෙක්ට්‍රෝන හා සිදුරු රිකම්බයින් වන්නේ ඉතාම අඩු වශයෙනි. ඩයෝඩයේ ප්‍රමුඛ ආරෝපණ වාහකයා බවට පත් වන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝනයි මොකද සිදුරුවලට ලෝහය තුළට යා නොහැකියි. ඔබ දන්නවා සිදුරුවලට වඩා සචලතාව ඉලෙක්ට්‍රෝනවල වැඩියි (ඒ කියන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝනවල වේගය සිදුරුවලට වඩා වැඩියි). මෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ෂොට්කි ඩයෝඩවල වේගය වැඩියි අනෙක් සෑම ඩයෝඩ වර්ගයකටම වඩා. අධිසංඛ්‍යාත භාවිතයන් සඳහා ෂොට්කි ඩයෝඩ උචිත වන ප්‍රධාන හේතුවකි මෙය.

ඩයෝඩ සන්ධිය ඉතාම දුර්වල නිසා, සන්ධි ධාරිතාවද අනෙක් ඩයෝඩවලට වඩා ඉතාම ඉතා කුඩාය. මේ නිසාද අධිසංඛ්‍යාත පරිපථ සඳහා මේවා යොදා ගන්නවා.

රිකම්බයින් වීමක් නැති නිසා ඉන් අදහස් වන්නේ ස්ටෝර්ඩ් චාජ් එකක් නැති බවයි (එනම් සන්ධිය අසල ආරෝපණ වාහක ගැවසෙන්නේ නැත). එනිසාම රිවර්ස් රිකවරි ඩිලේ ගැටලුවද අහෝසි වෙනවා. නැවත වතාවක් මෙහි ප්‍රයෝජනය අධිසංඛ්‍යාත සංඥා සඳහා උචිත බව සනාථ වෙනවා.

ඩයෝඩයේ හායිත පෙදෙස නැති තරම්ය (ඒ කියන්නේ සන්ධිය ඉතා කුඩා බවයි). ස්ටෝර්ඩ් චාජ් නොතිබ්බෙත් මේ නිසාය. මෙහි ප්‍රතිඵලයක් වන්නේ ෂොට්කි ඩයෝඩයේ බැරියර් වෝල්ටියතාව සාමාන්‍ය ඩයෝඩයක බැරියර් වෝල්ටියතාවට වඩා භාගයකට වඩා අඩු වීමයි. සාමාන්‍යයෙන් ෂොට්කි ඩයෝඩයක මෙම බැරියර් වෝල්ටියතාව (මෙය V_F ලෙසද හඳුන්වනවා) වෝල්ට් 0.15 සිට 0.4 දක්වා පමණ වේ. V_F අගය කුඩා වීම ඕනෑම ඩයෝඩයකට යහපත්ය. එවිට, ඩයෝඩය විසින් සිදු කරන තාප උත්සර්ජනය අඩු වේ (ඒ කියන්නේ ඩයෝඩය රත් වන එකත් අඩු වෙනවා).

සාමාන්‍ය ඩයෝඩයකට වඩා වැඩි ධාරා ප්‍රමාණයක් ෂොට්කි ඩයෝඩ හරහා යැවිය හැකියි. තවද, ඩයෝඩයේ ඇති වන උෂ්ණත්වය ඉක්මනින්ම පිටතට යවනවා (better thermal conductivity). අඩු V_F අගයක් හා වැඩි ධාරාවක් යන දෙකම පවතින නිසාත්, තාපය ඉකමනින් එලියට යවන නිසාත් අධිජව (high power) පරිපථ සඳහාද ෂොට්කි උචිතයි නේද?

එහෙත් සාමාන්‍යයෙන් ෂොට්කි ඩයෝඩවල PIV අගය අඩුය (ෂොට්කි ඩයෝඩයේ ප්‍රධාන අවාසියකි මෙය). විවිධ උපක්‍රම ඩයෝඩය නිර්මාණය කිරීමේදී යොදාගෙන මෙම PIV අගය යම් පමණකට වැඩි කර ගතද හැකිය. එහෙත් මෙම උපක්‍රම නිසා ෂොට්කි ඩයෝඩයේ වෙනත් හොඳ ලක්ෂණ තරමක් දුර්වල වියද හැකියි. (යම් දෙයක් හරිගස්සන්න හදන විට, තවත් දෙයක් අවුල් වීමට උත්සහ කිරීම ලෝක ස්වභාවයකි. දෙයක් ලබා ගැනීමට තව දෙයක් කැප කිරීමට සිදු වෙනවා.) විශේෂයෙන්ම මෙවැනි උපක්‍රම නිසා සන්ධි ධාරිතාව මෙන්ම රිවර්ස් රිකවරි ඩිලේ වැඩි වෙන්නට පුලුවන්. ඊට අමතරව V_F අගයද වැඩි වෙනවා.

ෂොට්කි ඩයෝඩවල අනෙක් අවාසිය තමයි, පසු නැඹුරු කාන්දු ධාරාව තරමක් ඉහල අගයක පැවතීම. මීට හේතුව කාන්දු ධාරාව වැලැක්වීමට තරම් ප්‍රබල සන්ධියක් මෙම ඩයෝඩය තුළ නොපැවතීමයි.

ඇත්තටම මෙම කාන්දු ධාරාව අවම වන පරිදි ෂොට්කි ඩයෝඩ සෑදිය හැකියි; එහෙත් එවිට ඒ එක්කම බැරියර් විභවයද (V_F) වැඩි වේ. (නැවත සනාථ වන්නේ දෙයක් ලබා ගැනීමට තව දෙයක් කැප කිරීමට සිදු වන බවයි.) අනෙක් අවාසිය නම්, (විශේෂයෙන් පවර් ෂොට්කිවල) උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට, කාන්දු ධාරාවද සීඝ්‍රයෙන් ඉහල යෑමයි (මිලිඇම්ප් සිය ගණනක් දක්වා වැඩි විය හැකියි).

සිලිකන් කාබයිඩ් (SiC) නම් සංයුක්ත අර්ධසන්නායකය භාවිතා කර සාදන ෂොට්කි ඩයෝඩවල විශේෂත්වයක් ඇත. එනම්, SIC Shottky diode වල පසුනැඹුරු කාන්දු ධාරාව ඉතාම කුඩා වන අතර, PIV අගයද වැඩිය. තවද, උෂ්ණත්වය විචලනය වුවත් ඩයෝඩයේ ක්‍රියාකාරිත්වය අඩපණ නොවීමද SiC ෂොට්කිවල තවත් හොඳ ලක්ෂණයකි. එහෙත් ඉහත පැවසූ ලෙසටම V_F අගය මේවායේ වැඩිය. මෙහි වැදගත්ම ලක්ෂණය වන්නේ අධික ධාරාවක් යැවීමට හැකි වීමයි. SiC වලට අමතරව ගැලියම් නයිට්‍රයිඩ් (GaN) වැනි සංයුක්ත අර්ධසන්නායකද අත්හදා බලමින් තිබෙනවා තවත් දියුණු ෂොට්කි ඩයෝඩ නිර්මාණය කිරීමට.

අධිජව භාවිතයන් සඳහා යොදා ගන්නා ෂොට්කි ඩයෝඩ **Shottky rectifier** (ෂොට්කි සෘජුකාරක) ලෙස හඳුන්වනවා. ස්විචිං පවර් සප්ලයි (සාමාන්‍ය පවර් සප්ලයිවල පවා) ෂොට්කි බහුලව භාවිතා කෙරෙනවා (ස්විචිං පවර් සප්ලයි යනු අධිසංඛ්‍යාතයකින් ක්‍රියාත්මක වන හා අධික විදුලි ධාරාවක් සහිත අවස්ථාවක් නිසා හා අඩුවෙන් තාප උත්සර්ජනයක් අවශ්‍ය කරන නිසා ෂොට්කි ඩයෝඩ මීට කදිමට ගැලපේ).

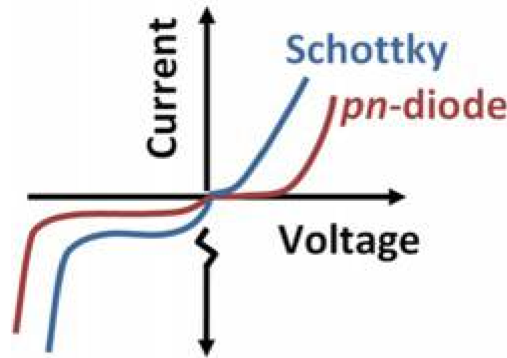
ඊට අමතරව, ට්‍රාන්සිස්ටර් හා වෙනත් උපාංගවලට වැඩිපුර එන වෝල්ටියතාවන්ගෙන් ආරක්ෂා වීමට යොදන වෝල්ටියතා ක්ලැම්පිං පරිපථවලද මෙම ෂොට්කි ඩයෝඩ යෙදිය හැකියි. සූර්යකෝෂ පැනලවල යොදන blocking diode සඳහාද මේවා යොදා ගත හැකියි (මොකද මෙම ඩයෝඩවල V_F අගය කුඩා නිසා, නිකරුණේ හානි වන ශක්තිය අඩුය; අමාරුවෙන් සාදා ගත් සූර්ය විදුලිය අපතේ යෑම් වලින් ආරක්ෂා කරගත යුතුය).

කුඩා සංඥා සමග යොදන විට small signal Shottky diode ලෙස හැඳින්වෙනවා. ඩිජිටල් ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස්වල ඉතා බහුල වශයෙන් ෂොට්කි ඩයෝඩ හා ෂොට්කි ට්‍රාන්සිස්ටර් භාවිතා වෙනවා. ඩිජිටල් අයිසී වර්ග/පවුල් (digital IC families) පවා තිබෙනවා Shottky family, Low power Shottky family ආදී ලෙස.

ඉහත කතා කළ ෂොට්කි ඩයෝඩ ලක්ෂණ (විශේෂයෙන් හොඳ ලක්ෂණ) අවශ්‍ය කරන අවස්ථා සිතා බලන්න. එවිට ඔබට වැටහේවි ඇයි ඉහත පරිපථ හා තවත් ඔබ දකින පරිපථවලට ෂොට්කි යොදාගෙන ඇත්තේ කියා. ෂොට්කි ඩයෝඩ පහත සංකේතයෙන් දැක්වේ.



ෂොට්කි ඩයෝඩ සාමාන්‍ය හෝල්-ත්‍රෲ පැකේජවලින් සේම smd ආකාරයටද ලබා ගත හැකියි. මෙහි ලාක්ෂණික ප්‍රස්ථාරය සාමාන්‍ය ඩයෝඩයක ලාක්ෂණික ප්‍රස්ථාරයේ හැඩයම ගනී. එහෙත් නී එක පවතින්නේ 0.2 වැනි අඩු අගයක බව මතක තබා ගන්න.



වැරැක්ටර් ඩයෝඩය

Varactor ඩයෝඩය **varicap diode** ලෙසද හඳුන්වනවා (වැරැක්ටර් යන්න සෑදී තිබෙන්නේ variable reactor යන්න කෙටි කරලාය; වේරිකැප් යන්න සෑදී තිබෙන්නේ variable capacitor යන පද දෙක කෙටි කරලාය). සමහරුන් tuning diode (වැඩිපුර ටියුනින් පරිපථවල යෙදෙන බැවින්), variable reactance diode (ප්‍රතිබාධක අගය වෙනස් කළ හැකි බැවිනි; ධාරිතාව වෙනස් වෙනවා යනු ප්‍රතිභාදනයද වෙනස් වීමයි), variable capacitance diode ආදී නම්වලින්ද හඳුන්වනවා. මෙම ඩයෝඩයත් පරිපථවල යොදන්නේ සෙනර්, ප්‍රකාශ ඩයෝඩ මෙන්ම පසු නැඹුරු වන ලෙසයි. පහත දැක්වෙන්නේ වේරිකැප් එකක සංකේතයයි.



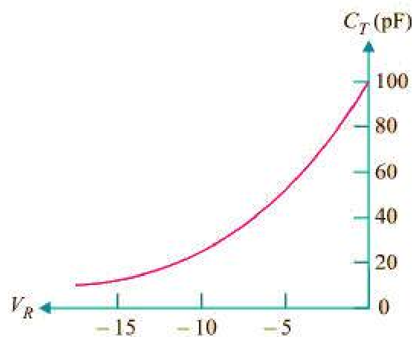
ඩයෝඩයේ නමෙහි මෙන්ම සංකේතයේද කැපෑසිටරයක් ගැන සඳහන් වේ. ඊට හේතුව මෙය ඩයෝඩයක් වුවත්, භාවිතා කෙරෙන්නේ කැපෑසිටරයක් ලෙසයි (එනිසා වැරැක්ටරයක් හරහා ඩීසී විදුලිය යවන්නේ නැත); නිකංම කැපෑසිටරයක් නොව, ධාරිතා අගය විචලනය කළ හැකි කැපෑසිටරයක් (වේරියබල් කැප්) ලෙසයි.

එහෙත් මෙය සාමාන්‍ය විචල්‍ය ධාරිත්‍රකයකට සමාන නැත. ඊට හේතුව සාමාන්‍ය විචල්‍ය කැප් එකකට වඩා ප්‍රමාණයෙන් කුඩා වන අතර, ධාරිතා අගය විචලනය කිරීමට දණ්ඩක් (spindle) නැත. ඒ කියන්නේ වේරිකැප් එකේ ධාරිතාව වෙනස් කරන්නේ අතින් කරකවා නොවේ. මෙහි ධාරිතාව වෙනස් වන්නේ ඩයෝඩයේ පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාව මඟිනි. වැරැක්ටරයේ අපට අවශ්‍ය ධාරිතාව සෙට් කිරීමට සුදුසු පසුනැඹුරු වෝල්ටියතාවක් සැපයිය යුතු අතර, මෙම වෝල්ටියතාව **tune/tuning voltage** ලෙස නම් කරමු. ටියුන් වෝල්ටියතාව වැඩි වන විට ධාරිතාව අඩු වේ. මේ නිසා මෙම ධාරිත්‍රකය වෝල්ටියතාවෙන් පාලනය වන ධාරිත්‍රකයක් (voltage-controlled capacitor) ලෙස හැඳින්විය හැකියි. තවද, විචල්‍ය ධාරිත්‍රකයකට වඩා බොහෝ කාලයක් හොඳින් වැඩ කරනවා මොකද සෙලවෙන/යාන්ත්‍රික කොටස් මෙහි නැති නිසා.

සටහන
යාන්ත්‍රික කොටස් තිබෙන ඕනෑම උපකරණයක් කැඩී බිඳී යෑම හා ගෙවී යෑම වේගවත්ය. ඊට හේතුව ඉතිං පැහැදිලියිනෙ; දේවල් එකිනෙකට ඇතිල්ලෙන විට ගෙවී යනවා හා රත් වෙනවා. ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස්වලදී යාන්ත්‍රික ස්වරූපයේ උපාංග තිබෙනවා ඕනෑ තරම්. සාමාන්‍යයෙන් භාවිතා වෙන සියලුම ස්විච යාන්ත්‍රිකයි. ඊට අමතරව රිලේ (relay) නම් උපාංගයද යාන්ත්‍රිකයි. ලෝහ පටි හා දැති රෝද යොදාගෙන සාදන ටයිමර් කොටස්ද මේ අතර වේ. මීට අමතරව, විචලය කැප්, විචල්‍ය රෙසිස්ටර්, විචල්‍ය ඉන්ඩක්ටර්වලද කරකැවෙන කොටස් ඇත. ඉතිං මේවායේ ආයු කාලය සීමා සහිතයි.

එහෙත් ඉහත යාන්ත්‍රික ක්‍රියාකාරිත්වය වෙනුවට සංඥා/විදුලිය මඟින්ම එම ක්‍රියාවන් සිදු කර ගත හැකි උපක්‍රමද පැවතිය හැකියි. මේවායේ සෙලවෙන ඇතිල්ලෙන කොටස් නැත. එනිසා ඒවායේ ආයු කාලය වැඩි වීමට පුලුවන්. උදාහරණයක් ලෙස, ඉලෙක්ට්‍රොනික් රිලේ (solid-state relays) නිපදවා තිබෙනවා.

ඔබ දන්නවා පීඑන් සන්ධියක් සතුව යම් සන්ධි ධාරිතාවක් පවතිනවා. සාමාන්‍යයෙන් මෙම සන්ධි ධාරිතාව කුඩායි. එහෙත් ඩයෝඩ සෑදිය හැකියි මෙම සන්ධි ධාරිතා අගය වැඩියෙන් පවතින ලෙස. මේවා තමයි වැරැක්ටර් ඩයෝඩ. සන්ධි ධාරිතාව පවතින්නේ ඩයෝඩයක් පසු නැඹුරු කළ විටයි. පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාව වැඩි කරන විට, හායිත පෙදෙස විශාල වේ. එවිට ආරෝපණ තැටි දෙක මැද පරිවාරක කොටස පලල් වේ. එය ධාරිත්‍රකයේ ධාරිතාව අඩු වීමට හේතු වේ. ඒ කියන්නේ පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාව (ටියුන් වෝල්ටියතාව) විචලනය කිරීමෙන් ධාරිතා අගය වෙනස් වේ. ඇත්තටම ධාරිතාව ටියුන් වෝල්ටියතාවේ වර්ගමූලයට ප්‍රතිලෝමව සමානුපාතික වේ.



සාමාන්‍යයෙන් ධාරිතාව ටියුන් වෝල්ටියතාවේ වර්ගමූලයට ප්‍රතිලෝමව සමානුපාතික වුවත්, ඩයෝඩයේ මාත්‍රණ මට්ටම් හා වෙනත් සාධක වෙනස් කරමින් මෙම සමානුපාතිකය වෙනස් කළ හැකියි. වෝල්ටියතාව වෙනස් කරන විට, වේගයෙන් ධාරිතාව වෙනස් වන වැරැක්ටර් **abrupt varactor** ලෙස හැඳින්වෙනවා. ඊටත් වඩා වැඩි වේගයෙන් ධාරිතාව වෙනස් වන විට ඊට **hyper-abrupt varactor** ලෙස පවසනවා (hyper යනු "වඩා වැඩියෙන්" යන තේරුම දෙන ඉංග්‍රිසි උපසර්ගයකි).

කෙසේ වෙතත්, වැරැක්ටර් ඩයෝඩවල ධාරිතා අගයන් සාමාන්‍ය කැප්වලට වඩා අඩුය. එනිසා බහුලවම මෙවැනි ඩයෝඩය භාවිතා වන්නේ අධිසංඛ්‍යාත (HF හා RF) පරිපථවලයි (ඔබ දන්නවා

අධිසංඛ්‍යාත තරංගවලට කුඩා ධාරිතා අගයන් වුවද සෑහෙනවා).

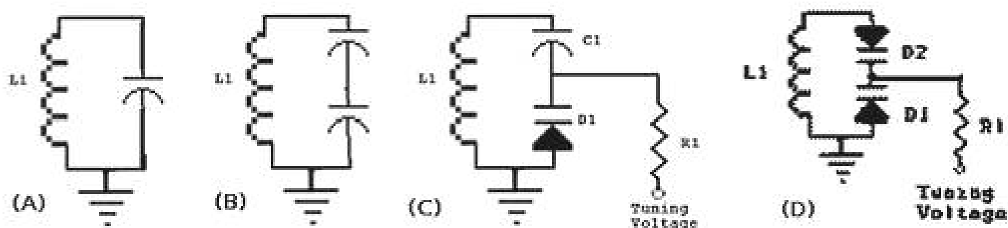
වේරිකැප් එකක් තෝරා ගැනීමේදී මූලිකව එය සපෝට් කරන ධාරිතා පරාසය ගැන සැලකිලිමත් විය යුතුය. එම ධාරිතා පරාසයේ අන්ත දෙක (එනම් අඩුම ධාරිතාව හා වැඩිම ධාරිතාව) ලබා දෙන වෝල්ටියතාවන් දෙකද වැදගත්ය. ඔබගේ පරිපථයට ගැලපෙන සේ මෙම වෝල්ටියතා දෙක තිබිය යුතුය. මෙම වෝල්ටියතා දෙකෙන් වැඩි අගය සහිත වෝල්ටියතාවට වඩා වැඩිපුර වෝල්ටියතාවක් ඩයෝඩයට සපයන්න එපා (එවිට ඩයෝඩය පිලිස්සී යෑමට ඉඩ තිබේ; ඒ කියන්නේ මෙම වෝල්ටියතාව ඩයෝඩයේ PIV අගය ලෙස සැලකිය යුතුයි).

ඇත්තටම හොඳ පුරුද්දක් ලෙස, වැරැක්ටරයක් මෙම උපරිම පසුනැඹුරු වෝල්ටියතාව දක්වාම පාවිච්චි කරන්න එපා. උදාහරණයක් ලෙස, යම් වැරැක්ටරයක අවම ධාරිතාව ලැබෙන උපරිම වෝල්ටියතාව -20V නම්, අඩුම ගාණේ -18V පමණ තෙක් යොදාගන්න (එවිට බැරිවෙලාවත් ටිකක් වැඩිපුර වෝල්ට් ගණනක් ගමන් කළත් වැරැක්ටරය පිච්චෙන්නේ නැති වේවි).

සාමාන්‍යයෙන් ඉහත ධාරිතා අන්ත දෙක අනුපාතයක් ලෙසයි දක්වන්නේ (X:Y ආකාරයෙන්). මෙම අනුපාතය විශාල නම් (3 පමණ), එය ඇබ්‍රප්ට් වැරැක්ටරයක් වන අතර, එම අනුපාතය ඊටත් වඩා විශාල නම් (6 පමණ) එය හයිපර්-ඇබ්‍රප්ට් වැරැක්ටරයකි.

වැරැක්ටරයක් යොදන හැමවිටම ඊට සුදුසු ටියුන් වෝල්ටියතාවක් ලබා දිය යුතුය (මෙය ඩයෝඩය බයස් කිරීමක් ලෙසද සැලකිය හැකියි). පහත රූපය බලන්න. එහි (A) වලින් දැක්වෙන්නේ ඉන්ඩක්ටරයක් හා කැප් එකක් එකතුව සාදන අනුනාද (ටියුනින්) පරිපථයකි. එයම (B) වලින් දැක්වේ; එහෙත් තනි කැප් එකක් වෙනුවට ශ්‍රේණිගතව කැප් දෙකක් යොදා ඇත. මෙවිට කැප් දෙක ශ්‍රේණිගතව සම්බන්ධ වන නිසා, මුල් කැප් එකේ අගය මෙන් දෙගුණයක අගයක් මේ කැප් දෙකේ තිබිය යුතුයි. මෙය හැම අතින්ම පළමු පරිපථයට සමානයිනෙ.

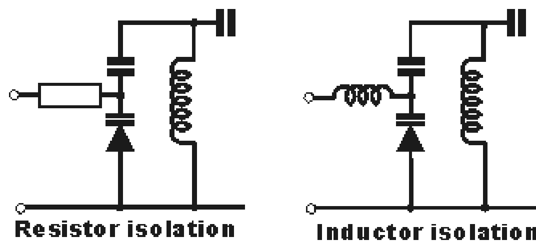
දැන් (C) වලින් දක්වා තිබෙන්නේ දෙවැනි පරිපථයමයි. එහෙත් එහිදී යට ඇති සාමාන්‍ය කැප් එක වෙනුවට වේරිකැප් එකක් යොදා ඇත. වේරිකැප් එකක් යොදන විට, හැමවිටම එය බයස් කිරීමට සිදු වෙනවානෙ. සාමාන්‍ය කැප් එකක ෆැරඩ් අගය නිශ්චිතයි. එහෙත් වේරිකැප් එකේ ෆැරඩ් අගය අවශ්‍ය ප්‍රමාණයට මෙම බයස් කිරීමෙන් සෙට් කර ගැනීමට සිදු වෙනවානෙ. ඉතිං මෙම බයස් කිරිල්ල තමයි R1 රෙසිස්ටරය හරහා කර තිබෙන්නේ.



කෙනෙකු අසන්නට පුලුවන් ඇයි කෙළින්ම (A) රූපයේ තිබෙන කැප් එක වෙනුවට වැරැක්ටරය නොයෙදුවේ කියා. එය හොඳ ප්‍රශ්නයක්. එහෙත් එසේ කළ නොහැකියි. ඊට හේතුව, එසේ කළා නම්, R1 හරහා එන ටියුනින් වෝල්ටියතාව පිහිටන්නේ L1 කොයිලය හා ඩයෝඩය අතරයි. එහෙත් බලන්න

එම පරිපථයේ කොයිලයේ අනෙක් කෙළවර භූගත වෙලායි පවතින්නේ. කොයිලය යනු සන්නායකයකි (ඒ කියන්නේ නිකංම වයර් කැබැල්ලක් සේ සිතන්න). දැන් බයස් විභවය කෙලින්ම භූගතයට සමබන්ධ වේ. ඕනෑම ස්ථානයක් භූගතයට සම්බන්ධ වන විට එතැන විභවය ශූන්‍ය වේ. ඒ කියන්නේ R1 හරහා ආපු බයස් වෝල්ටියතාවෙන් වැඩක් නැති වෙනවා. එවිට වේරිකැප් එකේ යට අග්‍රයත් උඩ අග්‍රයත් දෙකම භූගතයට සම්බන්ධ වෙනවා. පරිපථයෙන් කිසිදු වැඩක් නැතිව යනවා. එය වැලැක්විය හැකි හොඳම ක්‍රමය (C) වලින් පෙන්වා ඇති පරිදි C1 කැප් එකක් තිබීමයි. දැන් R1 හරහා එන ඩීසී බයස් විභවය එම කැප් එක හරහා ගමන් නොකරයි.

ඉහත පරිපථයේ R1 ප්‍රතිරෝධය හරහා ධාරාවක් ගලා යෑමට අවශ්‍ය නැත (වේරිකැප් හා කැප් එක ඩීසී බ්ලොක් කරන නිසා ප්‍රතිරෝධකය හරහා ධාරාවක් ගලන්නේ නැත). එනිසා එහි ඕම් අගය විශාල අගයකින් (මෙගාඕම්වලින්) තබන්න. ටියුනින් වෝල්ටේජ් එක විචලනය කළ විට, එම වෝල්ටියතාව වේරිකැප් එක බයස් කරනවා. මෙම ප්‍රතිරෝධය කුඩා වුවොත්, සිග්නල් එක මෙම ප්‍රතිරෝධය හරහා භූගත විය හැකියි (එවිට සිග්නල් එක දුර්වල වීමට හැකියි). අවශ්‍ය නම්, එම ප්‍රතිරෝධය වෙනුවට සුදුසු ඉන්ඩක්ටරයක් වුවද යෙදිය හැකියි (ඔබ දන්නවා ඉන්ඩක්ටරයක් හරහා ඒසී සංඥා යෑමට අකමැත්තක් දක්වනවා).

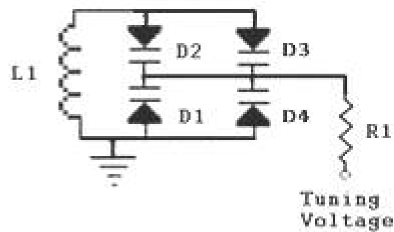


(D) වලින් දක්වා තිබෙන පරිපථයත් (C) වැනිමයි; එහෙත් (C) වල තිබුණු එක් දුර්වලතාවක් (D) හි නැත. එනම්, (C) පරිපථයේ යම් විදියකින් වෙනත් ආකාරයකින් වෝල්ටියතාවක් අනුනාද පරිපථයේ ප්‍රේරණය විය හැකියි. ඔව් එසේ විය හැකියි මොකද මෙහි කොයිලයක් තිබෙනවා. එම කොයිලය මත වටපිටාවේ තිබෙන විද්‍යුත්චුම්භක කිරණ (රේඩියෝ සිග්නල්) වැදී අමුතුවෙන් වෝල්ටියතාවක් ප්‍රේරණය විය හැකියි (කොයිලයක් තිබෙන ඕනෑම තැනක මෙලෙස "අහක ඉන්න නයි රෙද්ද අස්සට දමාගන්න" වැඩ සිදු කරනවා; එනම් වටපිටාවේ පවතින විද්‍යුත්චුම්භක කිරණ උරාගෙන වොල්ටියතාවන් ප්‍රේරණය කරයි). එවිට වැරැක්ටරයට දැනෙන බයස් වෝල්ටියතාව වෙනස් වෙනවා. එසේ අමුතුවෙන් ප්‍රේරණය වන විභවය R1 මඟින් ලබා දෙන බයස් වෝල්ටියතාවට එකතු විය හැකියි; නැතහොත් අඩු විය හැකියි. එකතු වුවත් අඩු වුවත්, වැරැක්ටරයේ ධාරිතාව වෙනස් වෙනවානෙ.

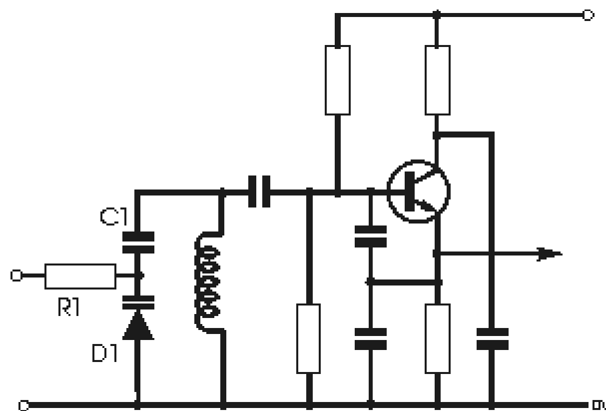
එය වැලකෙනවා (D) ආකාරයට වැරැක්ටර් දෙකක් යොදාගත් විට. දැන් වැරැක්ටර් දෙක එකිනෙකට විරුද්ධවයි තිබෙන්නේ (back-to-back). ඉහත ආකාරයට අමුතුවෙන් ප්‍රේරණය වූ වෝල්ටියතාව දැන් වැරැක්ටර් දෙකම හරහා ගොස් වැරැක්ටර් දෙකෙහිම බයස් වෝල්ටියතාව වෙනස් වෙනවා. එහෙත් මේ දෙක වෙනස් වන්නේ එකිනෙකට විරුද්ධ ආකාරයටයි (මොකද වැරැක්ටර් දෙක එකිනෙකට විරුද්ධ දිශාවට සවි කර තිබෙන නිසා). එබැවින් එක වැරැක්ටරයක බයස් එක වැඩි වීම නිසා අඩු වන ධාරිතාව, අනෙක් වැරැක්ටරයේ බයස් එක අඩු වීම නිසා වැඩි වන ධාරිතාවට හිලව් වෙනවා. ඒ කියන්නේ ටියුනින් පරිපථයේ කොච්චර අමුතුවෙන් වෝල්ටියතාවන් ප්‍රේරණය වුවත්, වැරැක්ටර් දෙකේ මෙම

ක්‍රියාකාරිත්වය නිසා එය අහෝසි වී යනවා.

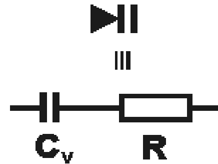
වේරිකැප් එකක ධාරිතා පරාසය කුඩා බව මුලිනුත් පැවසුවා. නිකමට හෝ වැඩි ධාරිතා අගයක් අවශ්‍ය නම්, වේරිකැප් දෙකක් සමාන්තරගතව සම්බන්ධ කළ හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස ඉහත පරිපථයම සිතමු. ඉහත පරිපථවල කැප් දෙකක් ශ්‍රේණිගතව තිබෙනවා. එනිසා එහි ධාරිතාව අඩු වෙනවා (කැප් දෙකම සාමාන්‍යයෙන් එකම අගයෙන් තබන නිසා, ඉහත පරිපථවල සමක ධාරිතාව එක් කැපෑසිටරයක ධාරිතාවෙන් අඩක් බවට පත් වේ). උදාහරණයක් ලෙස, ඉහත වේරිකැප් එකක අගය 10pF නම්, ශ්‍රේණිගත සම්බන්ධය නිසා, සමක අගය 5pF බවට පත් වේ. සිතන්න වැඩි අගයකින් යුත් ධාරිතාවක් අවශ්‍ය නමුත් එච්චර විශාල අගයකින් යුත් වැරැක්ටර් සොයා ගැනීමට නොහැකියි කියා. එවිට, ඉහත (D) පරිපථයම පහත ආකාරයට සැකසිය හැකියි.



මෙහි D1-D4 යුගලය සමාන්තරගත නිසා එම අගයන් දෙක එකතු වෙනවා. එලෙසම D2-D3 යුගලේ අගයත් එකතු වෙනවා. එනිසා ඉහත උදාහරණයටම මෙය අදාල කළොත්, උඩ යුගලය 20pF ද යට යුගලයද 20pF ලෙස දැන් සැලකිය හැකියි. මේ දෙක ශ්‍රේණිගත නිසා අවසානයේ මුලු පරිපථයේම සමක ධාරිතාව ඉන් අඩක් වන 10pF බවට පත් වෙනවා. මෙම 10pF ප්‍රමාණයත් මදි නම් තවත් වේරිකැප් සමාන්තරගතව යෙදිය හැකියි නේද? මතක තබා ගන්න, මේ සෑම වැරැක්ටරයක්ම බයස් කළ යුතුයි. එය පහසුවෙන් කළ හැකියි රූපයේ දක්වා ඇති ලෙසට (ධාරාවක් ගමන් කරන්නේ නැති නිසා, එකම R1 හරහා ඒ සියලු වැරැක්ටර් බයස් කළ හැකියි). බලන්න පහත පරිපථයේත් R1 හරහා යොදා ඇති, වැරැක්ටරයේ බයස් එක පරිපථය හරහා ගමන් කිරීම වැලැක්වීමට C1 කැප් එකක් යොදා ඇත.

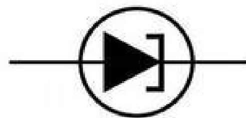


වැරැක්ටර් ඩයෝඩය ඩයෝඩයක් වුවත්, එය භාවිතා කෙරෙන්නේ ධාරිත්‍රකයක් ලෙස නිසා, ධාරිත්‍රක හා ඉන්ඩක්ටර්වලදී කතා කළ කිව් සාධකය මෙහිදීද ඇත. ඊට හේතුව වැරැක්ටරයක ධාරිතාවකට අමතරව ප්‍රතිරෝධයක්ද පැවතීමයි. ඒ අනුව වැරැක්ටරයක සමක ආකෘතිය (equivalent model) පහත ආකාරයට වේ. සුපුරුදු ලෙස කිව් අගය සොයන සූත්‍රය මීට යෙදූ විට, **Q = 1 / 2 pi C_V R** යන්න ලැබේ. ඔබට අවශ්‍ය කිව් අගය තිබෙන වැරැක්ටරයක් යෙදීමට උත්සහ කරන්න.



Tunnel Diode

Esaki නම් ජපන් ජාතිකයා විසින් මෙය සොයා ගත් නිසා මෙම ඩයෝඩය **එසාකි ඩයෝඩය** ලෙසද හඳුන්වනවා. මෙම සොයා ගැනීමත් සමගම ඔහු විසින් ක්වන්ටම් ටනල් ආවරණයද සොයා ගත් නිසා නොබෙල් ත්‍යාගය පවා ඔහුට ලැබුණා. ක්වන්ටම් ටනල් ආවරණය සෙනර් ඩයෝඩයේදී දක්නට ලැබුණා මතකද? මෙම ඩයෝඩයත් ක්වන්ටම් ටනල් ආවරණය මත පදනම්ව සාදා ඇති නිසාම ඊට ටනල් ඩයෝඩය (උමං ඩයෝඩය) යන නම ලැබී තිබෙනවා. එහි සංකේතය පහත දැක්වේ.



සාමාන්‍ය ඩයෝඩයක මෙන්ම පී හා එන් කැබැලි දෙකකින් සෑදූ සන්ධියක් ඇත. එහෙත් සාමාන්‍ය ඩයෝඩයකට වඩා ඇති වෙනස නම්, එම අර්ධසන්නායක කොටස් ඉතා අධිකව මාත්‍රණය කර තිබීමයි (සාමාන්‍ය ඩයෝඩයකට වඩා ලක්ෂ ගුණයක් පමණ). එවිට අර්ධසන්නායක කොටස් දෙකෙහිම යහමින් ආරෝපණ වාහක තිබෙනවා (සාමාන්‍ය සන්නායකයක් වගේම). එහි ප්‍රතිඵල දෙකක් තිබෙනවා. එකක් නම්, පෙර නැඹුරු කළ විට උමං ආවරණය සිදු වීම. දෙවැන්න නම්, පසු නැඹුරු කළ විට සාමාන්‍ය සන්නායකයක් ලෙස ක්‍රියා කිරීම. මේ දෙක දැන් සලකා බලමු.

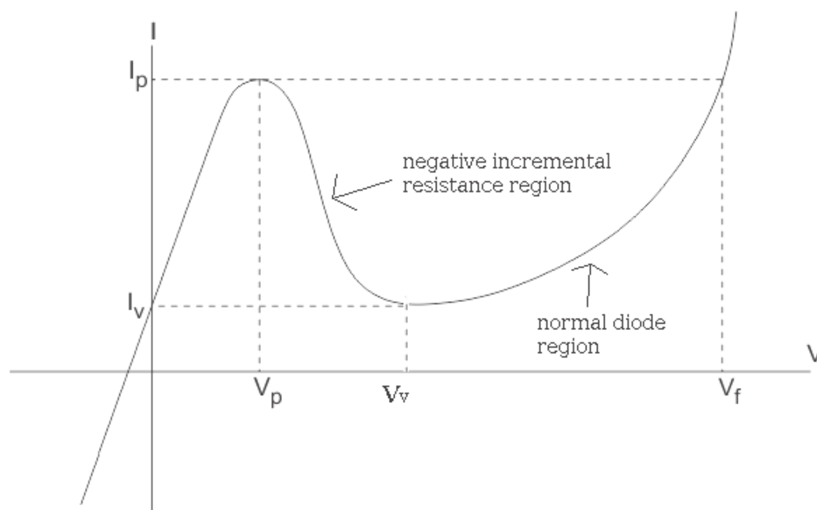
පෙර නැඹුරු කළ විට, උමං ආවරණය නිසා සුපුරුදු ඩයෝඩ ක්‍රියාකාරිත්වය නොදක්වයි. ඒ කියන්නේ 0 සිට වෝල්ටියතාව වැඩි කර ගෙන යන විට, ධාරාවද ක්‍රමයෙන් වැඩි වේ (කිසිදු knee එකක් නැත). එහෙත් මෙලෙස හැසිරෙන්නේද යම් දුරක් දක්වා පමණි. මෙම උපරිම අවස්ථාව **peak** (කඳු මුදුන) කියා හඳුන්වනවා. පීක් එකේදී තිබෙන පෙර නැඹුරු වෝල්ටියතාව **peak voltage (V_P)** ලෙස නම් කරනවා. එම අවස්ථාවේදී ගලන ධාරාව **peak current (I_P)** ලෙස නම් කෙරෙනවා. ඉන්පසු වෝල්ටියතාව වැඩි කරගෙන යන විට, ධාරාව ක්‍රමයෙන් අඩු වන්නට පටන් ගන්නවා. මෙයද සිදු වන්නේ යම් දුරක් දක්වා පමණි. මෙම අවම අවස්ථාව **valley** (නිම්නය) කියා හඳුන්වනවා. වැලි එකේදී

තිබෙන පෙර නැඹුරු වෝල්ටියතාව **valley voltage (V_V)** කියාද, ධාරාව **valley current (I_V)** කියාද හඳුන්වනවා. තව දුරටත් වෝල්ටියතාව වැඩි කර ගෙන යන විට, නැවත වෝල්ටියතාව සාතීය ආකාරයෙන් වැඩි වන්නට ගන්නවා (එනම් සාමාන්‍ය ඩයෝඩයක වැඩි වන ආකාරයට).

සටහන
ඔබ දන්නවා උමං ආවරණයෙන් සිදු වන්නේ සාමාන්‍යයෙන් සිදු විය නොහැකි දෙයක් සිදු වීමක්. එනම්, යම් දෙයක් කිරීමට ඉතා විශාල ශක්තියක් අවශ්‍ය වුවත්, උමං ආවරණය නිසා ඒ අවශ්‍ය ශක්තියට වඩා ඉතා අඩු ශක්තියකදී එය සිදු වෙනවා. මෙහිදීද එවැන්නක් සිදු වෙනවා. සන්ධිය හරහා ආරෝපණ ගමන් කිරීමට යම් ශක්තියක් අවශ්‍ය වෙනවා. එහෙත් උමං ආවරණය නිසා, ඊට වඩා බොහෝ අඩු ශක්තියකින් (වෝල්ටියතාවකින්) ආරෝපණ සන්ධිය හරහා ගමන් කරනවා.

පසු නැඹුරු කළ විට, නැවතත් සුපුරුදු පීඑන් ඩයෝඩ ක්‍රියාකාරිත්වය දක්නට ලැබෙන්නේ නැහැ. එහෙත් මේ අවස්ථාවේදී උමං ආවරණයද සිදු නොවේ (උමං ආවරණය සිදු වන්නේ පෙර නැඹුරුවේදීය). මාත්‍රණය ඉහළ නිසා ආරෝපණ වාහක යහමින් පවතී. එහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස, සාමාන්‍ය ලෝහ කැබැල්ලක් සේ මෙය ක්‍රියා කරනවා පසු නැඹුරුවේදී. එනිසා පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාව ක්‍රමයෙන් වැඩි කර ගෙන යන විට, පසු ධාරාවද අනුලෝමව වැඩි වෙනවා.

පහත දැක්වෙන්නේ ඉහත විස්තරය ප්‍රස්ථාරයකින් දැක්වීමයි. මෙය ටනල් ඩයෝඩයේ ලාක්ෂණික ප්‍රස්ථාරයයි.



පීක් හා වැලි අතර කොටස තුළ වෝල්ටියතාව වැඩි වන විට ධාරාව අඩු වේ. මෙය ඕම් නියමයට පටහැනියි නේද? හරියට එය ඕම් නියමයේ විරුද්ධ ක්‍රියාව සේය. මෙම ක්‍රියාකාරිත්වය **සෘණ ප්‍රතිරෝධයක් (negative resistance)** සේ සැලකිය හැකියි (සාමාන්‍ය ප්‍රතිරෝධය positive resistance ලෙස සැලකිය හැකියි මොකද වෝල්ටියතාව වැඩි වෙන විට, ධාරාව අනුලෝමව වැඩි වෙන නිසා). එනිසා ප්‍රස්ථාරයේ මෙම සෘණ ප්‍රතිරෝධකයක් සේ හැසිරෙන කලාපය **negative incremental resistance** කලාපය සේ නම් කෙරෙනවා.

සටහන
ඇත්තටම සෘණ ප්‍රතිරෝධක කියා ජාතියක් නැත. "සෘණ ප්‍රතිරෝධයක්" යනු හරියට පුද්ගලයකුට "සෘණ වයසක්" හෝ "සෘණ උසක්" තිබෙනවා වැනි ප්‍රකාශනයක් වනු ඇත. සැබැවින්ම පවතින්නේ සෘණ ප්‍රතිරෝධකතාවක් අනියම් ආකාරයකින් පෙන්වන මෙබඳු සුවිශේෂී අවස්ථා/උපක්‍රම පමණි. එනිසයි incremental යන විශේෂණ පදය යොදා තිබෙන්නේ. ඔබේ උස අඩි 5 නම්, මගේ උස අඩි 6 නම්, මට කිව හැකියි මට සාපේක්ෂව ඔබ අඩි සෘණ එකක උසක් තිබෙනවා කියා. මෙවැනිම වැඩක් තමයි ඉන්ක්‍රිමන්ටල් නෙගටිව් රෙසිස්ටන්ස් එකකදීත් සිදු කර තිබෙන්නේ.

කෙසේ හෝ වේවා, ඉන්ක්‍රිමන්ටල් නෙගටිව් රෙසිස්ටන්ස් එකක් ප්‍රායෝගිකව හැසිරෙන්නේ සෘණ ප්‍රතිරෝධකයක් සේමය. එනිසා, ප්‍රායෝගිකව ගත් කළ මේ දෙකෙහි වෙනසක් නැහැ නේද?

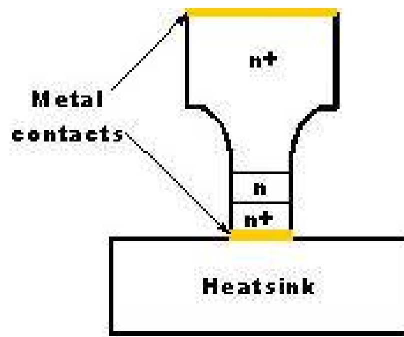
ඇත්තටම ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස්වල මෙම සෘණ ප්‍රතිරෝධක ගුණය ප්‍රයෝජනවත් වැඩ ගණනාවකටම භාවිතා කරනවා. විවිධ ආකාරවලින් සෘණ ප්‍රතිරෝධකතාවන් මතු කර ගත හැකියි. මෙම ටනල් ඩයෝඩයේ තිබෙන්නේ සෘණ ප්‍රතිරෝධයක් පෙන්වන සරල ආකාරයකි. පසුවට කතා කරන ඉම්පැට් ඩයෝඩයේ සංකීර්ණ ක්‍රමයකින් සෘණ ප්‍රතිරෝධකතාව පෙන්නුම් කරනවා.

ටනල් ඩයෝඩ වේගවත්ය. ඊට හේතුව මෙම ඩයෝඩ අධික මාත්‍රණයට ලක් කර ඇති නිසා, බහුතර වාහක තමයි ප්‍රමුඛ වන්නේ. එනිසා අධිසංඛ්‍යාත සංඥා සමග මේවා යෙදිය හැකියි (සුළුතර වාහක හා බහුතර වාහක දෙකම එකට පවතින විට, ඒ දෙකෙහි අන්තර් ක්‍රියාකාරිත්වය නිසා ස්වාභාවිකවම උපාංගය මන්දගාමී වේ). තවද, භාහිර විකිරණයන්ට (න්‍යෂ්ටික) හා චුම්භක ක්ෂේත්‍රයන්ට හා උෂ්ණත්වයට මේවා එතරම් සංවේදිතාවක් නොදක්වයි. එබැවින් එවැනි දේවලට අසංවේදිතාවක් අවශ්‍ය කරන තැන්වල ටනල් ඩයෝඩය යෙදිය හැකියි. තවද මෙම ඩයෝඩවල ජීව කාලයද දිගුය (එනම් ක්‍රියාකාරිත්වය දුර්වල නොවේ කාලයත් සමග).

එහෙත් ටනල් ඩයෝඩවල දෝෂද ඇත. කුඩා ධාරා සමග පමණයි මෙම ඩයෝඩ භාවිතා කළ හැක්කේ. එනිසා අඩුබල (low power) පරිපථවල පමණි මේවා භාවිතා වෙන්නේ. මීට වඩා හොඳ හා ලාභ උපාංග දැන් පවතින නිසාද මේවා අභාවයට යමින් පවතී.

Gunn Diode

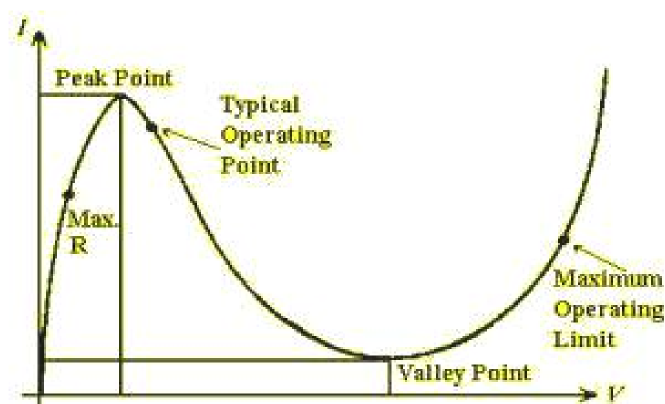
Gunn නමැත්තා විසින් නිර්මාණය කරපු නිසා ඔහුගේ නමින්ම මෙය හැඳින්වේ. **Transferred Electron Device (TED)** ලෙසද හැඳින්වෙන මෙය සාමාන්‍ය ඩයෝඩවලට වඩා වෙනස්ය. ඊට හේතුව පීඑන් සන්ධියක් නැත; අඩුම ගානේ පී අර්ධසන්නායක කැබැල්ලක්වත් නැත. එය සම්පූර්ණයෙන්ම එන් අර්ධසන්නායක කැබැල්ලකින් සාදා තිබෙනවා. එහෙත් එම තනි එන් කැබැල්ල මට්ටම් තුනකින් පහත රූපයේ ආකාරයටයි මාත්‍රණය කර තිබෙන්නේ. එනම්, එන් කැබැල්ලේ දෙපැත්තේ මාත්‍රණය ඉතාම වැඩිය.



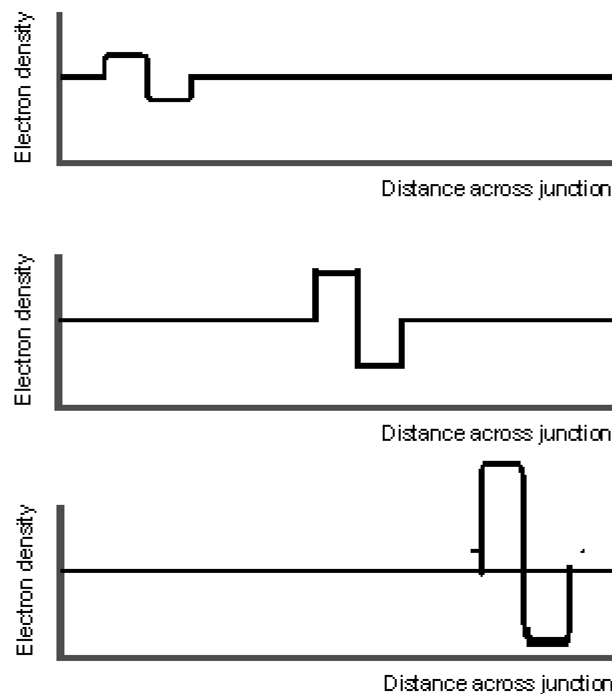
දැන් ඩයෝඩයට යම් වෝල්ටියතාවක් සැපයූ විට, එම වෝල්ටියතාවෙන් වැඩිම කොටස ඩ්‍රොප් වන්නේ මැද කොටස දෙපසයි (ඊට හේතුව මැද කොටසේ ප්‍රතිරෝධය දෙපැත්තේ අධිමාත්‍රණය කරපු කැබැලි දෙකට වඩා ඉතා වැඩි වීමයි). ඒ කියන්නේ මැද කොටසේ විභව අනුක්‍රමය (voltage gradient) වැඩියි. මැද කොටස සක්‍රිය කලාපය (active region) නමින් හැඳින්වෙනවා. මෙම ඇක්ටිව් කොටසේ ගනකම ඉතා කුඩා වන අතර, එහි ගනකම වෙනස් කිරීමෙන් මෙම උපාංගය ක්‍රියාත්මක වන සංඛ්‍යාතය තීරණය කෙරෙනවා.

මෙවැනි උපාංගයකට සුදුසු වෝල්ටියතාවක් ලබා දුන් විට (බයස් කළ විට), ඉබේම ඉන් අධිසංඛ්‍යාත තරංග (spontaneous oscillation) නිපදවන්නට පටන් ගන්නවා. මෙය **Gunn effect** ලෙස හැඳින්වෙනවා (ඒ අනුව ගන් ඩයෝඩය යනු ගන් ආචරණය යොදා ගන්නා උපාංගය ලෙසද අර්ථ දැක්විය හැකියි). මෙම අධිසංඛ්‍යාතය ගිගාහර්ට්ස් පරාසයේ පවතිනවා. ගිගාහර්ට්ස් කළාපය බහුලවම මයික්‍රොවේව් ලෙස හැඳින්වෙන නිසා, මෙම ඩයෝඩයට සමහරුන් මයික්‍රොවේව් ඩයෝඩය (**microwave diode**) කියාද පවසනවා. එනම් මයික්‍රොවේව් තරංග නිපදවීමට මෙම ඩයෝඩය භාවිතා කළ හැකියි (මයික්‍රොවේව් සංඛ්‍යාත/තරංග නිපදවීමට තවත් උපාංග පවතින බවද මතක තබා ගන්න). එනිසා, මයික්‍රේවේව් භාවිතා කරන රේඩාර් උපකරණවල මෙය බහුලවම දක්නට ලැබේ.

පහත දැක්වෙන්නේ ගන් ඩයෝඩයක ලාක්ෂණික ප්‍රස්ථාරයයි. මෙය බැලූබැල්මට ටනල් ඩයෝඩයක ප්‍රස්ථාරයට සමානයි නේද? මෙහිත් සෘණ ප්‍රතිරෝධයක් දක්වන අවස්ථාවක් තිබෙනවා. එනිසාම ටනල් ඩයෝඩය මෙන්ම මෙයද ඔසිලේටර් පරිපථ සෑදීමට යොදා ගන්නවා.



ගන් ආවරණය දළ වශයෙන් බලමු. ඩයෝඩය සෘණ ප්‍රතිරෝධ කලාපයේ සිටින සේ බයස් කළ යුතුය. එවිට, ඩයෝඩය හරහා ඉතාම කුඩා ධාරාවක් ගලා යනවා යැයි සිතන්න. මෙම ඉතාම කුඩා ධාරා ස්පන්දනය (pulse) අමුතුවෙන් ඩයෝඩයට ලබා දීමට අවශ්‍ය නැහැ. අඛණ්ඩව යම් තැනක ගමන් කරන ඕනෑම විදුලියක විචලනයන් ඇති වීම ස්වාභාවිකව සිදු වෙනවා. ඊට ප්‍රධාන වශයෙන් පරිසර උෂ්ණත්වයේ සිදු වන සියුම් වෙනස්කම් බලපානවා (තවත් සාධකද තිබෙනවා). ඉතිං මෙවැනි ඉතාම කුඩා විදුලි ධාරා වෙනසක් මෙම බයස් කරපු ඩයෝඩය හරහා යන විට, අපූරු දෙයක් සිදු වෙනවා. එනම්, එම ස්පන්දනය ඩයෝඩයේ එක් n+ කැබැල්ලක සිට අනෙක් n+ කැබැල්ල දක්වා ගමන් කරනවා ඇක්ටිව් කොටස හරහා. එහෙත් මෙහිදී යම් කොන්දේසියක්ද තිබෙනවා. එනම්, එක් පැත්තකින් ගමන ආරම්භ කරන මෙම ඉබේ ඇති වෙච්ච කුඩා විද්‍යුත් ස්පන්දනය අනෙක් කොටසින් කෙලවර වෙන තෙක් වෙනත් ස්පන්දයන් ගමන් කරන්නේ නැත. එනම් වරකට එක් ස්පන්දයක් පමණයි ඇක්ටිව් කොටස හරහා ගමන් කරන්නේ. තවද, මෙම ස්පන්දය පටන් ගන්නා විට ඉතා දුර්වල කුඩා ස්පන්දයක් වුවත් අනෙක් කෙලවරින් පිට වන විට තරමක ශක්තිමත් විශාල ස්පන්දයක් බවටත් පත් වෙනවා.



ඒ කියන්නේ ඇක්ටිව් කොටසේ ගනකම/පලල වෙනස් කළ විට, ස්පන්දය එක් කෙලවරක සිට අනෙක් කෙලවරට යෑමට ගත වන කාලය වෙනස් කළ හැකියි නේද? එනම්, එක් ස්පන්දයක් සඳහා ගත වන කාලය හෙවත් ආවර්ත කාලය මෙලෙසින් සකස් කරන්නට පුලුවන්. ඩයෝඩයේ ඉබේ ඇති වන සංඥාවේ සංඛ්‍යාතය මේ අනුව මූලිකව තීරණය කරන්නේ ඩයෝඩයේ ඇක්ටිව් කොටස විසින් නේද? මෙය තමයි ගන් ආවරණයේ ක්‍රියාකාරිත්වය.

ඉහත පෙන්වා දුන් පරිදි ගන් ඩයෝඩය ඊටම ආවේනික සංඛ්‍යාතයක් ජනිත කරනවා (එහි ඇක්ටිව් කොටසේ ගනකම අනුව). එහෙත් භාහිරින් යම් යම් උපක්‍රම යොදමින් මෙම සංඛ්‍යාතය තරමක්

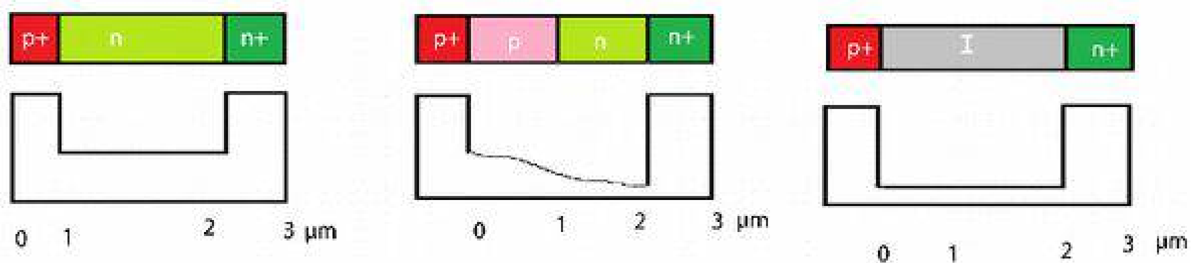
වෙනස් කළද හැකියි. තවද, ඩයෝඩයෙන් නිපදවෙන සංඥාවේ විශාලත්වය තීරණය වන්නේ එම ඩයෝඩයේ ඍණ ප්‍රතිරෝධ කලාපයේ විශාලත්වය මතයි (එනම් එම කළාපය විශාල නම්, සංඥාවටද ඒ සා ප්‍රමාණයකින්/විශාලත්වයකින් විචලනය විය හැකියි). ගන් ඩයෝඩයේ සංකේතය පහත ඇත.



IMPATT Diode

ඉම්පැට් ඩයෝඩය ***Imp**act ionization **A**valanche **T**ransit **T**ime diode* යන දිග නමින් හැඳින්වෙන සුවිශේෂී ඩයෝඩයයි. මෙයත් ගන් ඩයෝඩය, ටනල් ඩයෝඩය ලෙසම අධිසංඛ්‍යාත (මයික්‍රොවේව්) සංඥා සමග භාවිතා වේ (ගිගාහර්ට්ස් සංඛ්‍යාත කලාපයේ වැඩ කරයි). මෙම ඩයෝඩයේද ඍණ ප්‍රතිරෝධ ගුණය පවතිනවා. එනිසා ඔසිලේටර් පරිපථ සෑදීමට මෙම ඩයෝඩයත් භාවිතා වෙනවා (මයික්‍රොවේව් තරංග නිපදවීමට).

මෙම ඩයෝඩය ආකාර කිහිපයකින්ම සෑදිය හැකියි. ඇත්තටම ඕනෑම වර්ගයක ඩයෝඩයක් ගත් විට, ඒවා ආකාර කිහිපයකින්ම සාදනවා. එනිසා සුලු වශයෙන් ගති ගුණ වෙනස් වෙනවා. එසේ වෙනස් වෙනස් ආකාරවලට එකම ඩයෝඩ වර්ගය වුවද සාදන්නේ විවිධ ගතිගුණ මතු කිරීමටමයි. එවිට, විවිධ අවස්ථා රැසකට ගැලපෙන ඩයෝඩ වර්ග රාශියක් ලැබෙනවානෙ. පහත දැක්වෙන්නේ ඉම්පැට් ඩයෝඩයක් සාදන එවැනි ආකාර තුනකි.



එක් එක් අර්ධසන්නායක කොටස්වල විවිධ මාත්‍රණ මට්ටම් තමයි ඉහත වර්ණ රූපවලට පහතින් ඇත්තේ (U හැඩවලින්). උදාහරණයක් වශයෙන් පළමු රූපයේ තිබෙන ඉම්පැට් ඩයෝඩය සෑදීමට p+ (අධික මාත්‍රණය කළ පී වර්ගය), n (සාමාන්‍ය මාත්‍රණය කර ඇති එන් වර්ගය), n+ (අධික මාත්‍රණය කළ එන් වර්ගය) යන අර්ධසන්නායක කොටස් තුනක් පෙන්වා ඇති පරිදි සන්ධි කර තිබෙනවා. ඊට යටින් ඇති කොටුවක් (U හැඩය) වැනි රූපයෙන් දක්වන්නේ එම අර්ධසන්නායක කොටස් තුනේ මාත්‍රණ මට්ටම්ය. ඒ අනුව, p+ කොටස දක්වන විට දණ්ඩ උඩට ඉස්සී තිබේ (මාත්‍රණය ඉහල බව පෙන්වීමට). එලෙසම n+ හි මාත්‍රණයද ඉහල බව පෙන්වීමට දණ්ඩ ඉහලට යනවා. එහෙත් n කැබැල්ලේ මාත්‍රණ මට්ටම අඩු නිසා, පහළින් ඇති රූපයේ ඊට අදාල කොටස අර තරම් උස නැත. මේ ලෙසම අනෙක් රූප දෙකත් විග්‍රහ කරන්න. ඒ අනුව, දෙවැනි රූපයේ අර්ධසන්නායක කොටස් 4 ක් තිබෙන අතර, එහි මැද

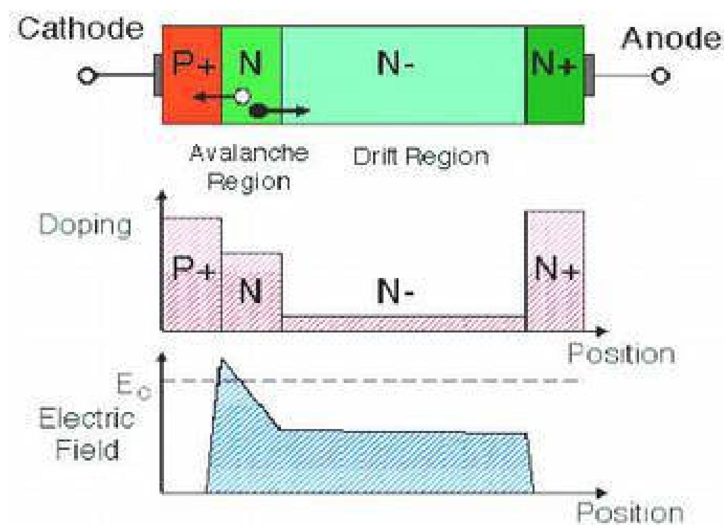
තිබෙන p, n කොටස්වල මාත්‍රණයන් වමේ සිට දකුණත පැත්තට යන විට ක්‍රමයෙන් අඩු වන බව පේනවා නේද? (ඔව් එම ඩයෝඩය එලෙස සංකීර්ණ මාත්‍රණ රටාවක් සහිතයි). අවසානයට ඇත්තේ සාමාන්‍ය පින් ඩයෝඩයක් සාදන අයුරින්ම සෑදූ ඉම්පැට් ඩයෝඩයකි.

මෙම ඩයෝඩය පරිපථවල යොදන්නේ පසු නැඹුරු වන පරිදියි. මෙම පසු නැඹුරුව නිසා, ඇවලාන්ෂ් ආවරණයද මෙම ඩයෝඩවල සිදු වෙනවා (ඇවලාන්ෂ් යන නම ඩයෝඩයේ නමට ඈඳී තිබෙන්නේ එනිසාය).

සාමාන්‍යයෙන් ඉම්පැට් ඩයෝඩයක ලාක්ෂණික වක්‍රය සාමාන්‍ය ඩයෝඩයක ලාක්ෂණික වක්‍රයට සමානය. පෙර නැඹුරු කර මෙම ඩයෝඩය යොදා ගන්නේ නැති නිසා එම කොටස අපට වැඩක් නැත. පසු නැඹුරුව විතරයි අපට වැදගත් වන්නේ. මෙහිදී, වෝල්ටියතාව 0 සිට ක්‍රමයෙන් වැඩි කරගෙන පසු නැඹුරුව වැඩි කරගෙන යම් දුරක් ගියද, කිසිදු ධාරාවක් ගලන්නේ නැති අතර, බිඳවැටීම් වෝල්ටියතාවට සමාන වෝල්ටියතාවක් ලබා දුන් විට, එකවර ඇවලාන්ෂ් ආවරණය සිදු වන්නට පටන් ගන්නවා (මෙය සාමාන්‍ය ඩයෝඩයකදී සිදු වෙන දේමයි).

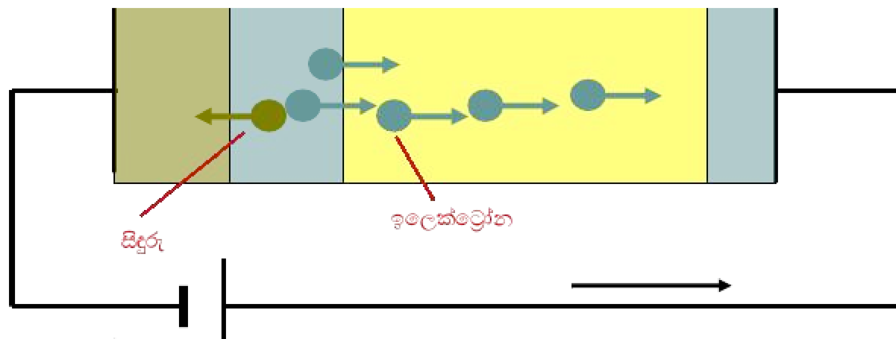
ඉහත ඇවලාන්ෂ් ආවරණයට අමතරව තවත් අපූරු ක්‍රියාකාරිත්වයක් මෙහි ඇත. එනම්, වෝල්ටියතාවට අනුලෝමව නොවේ ධාරාව පවතින්නේ. ඒ කියන්නේ පසු නැඹුරු වෝල්ටියතාව වැඩි වුවද, ධාරාව වැඩි වන්නේ යම් කාලයකට පසුවයි (කලා වෙනසකට පසුවයි). දළ වශයෙන් මෙම කලා වෙනස අංශක 180 කි. ඒ කියන්නේ වෝල්ටියතාව උපරිම වන විට, ධාරාව අවම වේ.

මෙම ඩයෝඩය සාදන ආකාර 3 ක් ඉහත රූපයකින් පෙන්නුවා (ඊට අමතරව තවත් ආකාරද ඇත). එනිසා මේ ඩයෝඩයේ අභ්‍යන්තර ක්‍රියාකාරිත්වය පොදුවේ ඒ සියලුම ආකාර සඳහා එකට පැහැදිලි කළ නොහැකියි. උදාහරණයක් ලෙස, පහත ආකාරයේ ඉම්පැට් ඩයෝඩයක් සඳහා ඉහතදී කෙටියෙන් කළ විස්තරය තවදුරටත් පැහැදිලි කර ගමු.



රූපයේ උඩින්ම තිබෙන්නේ ඩයෝඩයේ අභ්‍යන්තරයයි. ඊට යටින් ඇත්තේ ඒ ඒ අර්ධසන්නායක කොටස්වල මාත්‍රණ මට්ටමය. ඉම්පැට් ඩයෝඩයකට පෙර නැඹුරුව වැඩක් නැත. පසු නැඹුරුවේදී බ්‍රේක්ඩවුන් එක වන තෙක් කිසිදු ධාරාවක් නොගලයි. බ්‍රේක්ඩවුන් වෝල්ටියතාවේදී ඇවලාන්ශ්

ආවරණය සිදු වේ P+ N සන්ධියේදී. ඉහත රූපයේ යටින්ම ඇති Electric Field ලෙස ලියා ඇති කොටසින් පෙන්වන්නේ ඩයෝඩය දෙපසට යොදන විභවයෙන් කුමන කුමන ප්‍රමාණයන් ඩයෝඩයේ අභ්‍යන්තරයේ තිබේද යන්නයි. ඒ අනුව, P+N සන්ධිය දෙපසයි වැඩිම විභව අනුක්‍රමය (potential gradient) පවතින්නේ. N- කලාපය පුරාම විභව අනුක්‍රමය ඒකාකාර අඩු අගයක පවතිනවා. P+N හි මෙම දැඩි විභව අනුක්‍රමය නිසා, එම කොටසේ සුලුවෙන් තිබෙන ආරෝපණ ත්වරණය වී අර්ධසන්නායක දැලිසෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන ගලවා දමයි (අයනීකරණය - ionization). මෙය තමයි ඇවලාන්ෂ් ආවරණය ලෙස හැඳින්වෙන්නේ (ඉලෙක්ට්‍රෝන සට්ටනයෙන් ඇවලාන්ෂ් ආවරණය ඇති කරන නිසා, impact ionisation avalanche යන නම යෙදේ). මෙම පෙදෙස avalanche region ලෙස හැඳින්වෙනවා. එවිට, දැන් ඉලෙක්ට්‍රෝන-සිදුරු යුගල අති විශාල සංඛ්‍යාවක් එතැන ජනිත වේ. මෙම ආරෝපණවලින් සිදුරු පහසුවෙන්ම කැතෝඩයට ඇතුලු වේ. එහෙත් ඉලෙක්ට්‍රෝන ඇනෝඩයට යන්නේ drift region ලෙස දක්වා ඇති ප්‍රදේශය හරහාය. එසේ යන විට, ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට යම් කාලයක් (transit time) ගත වේ.



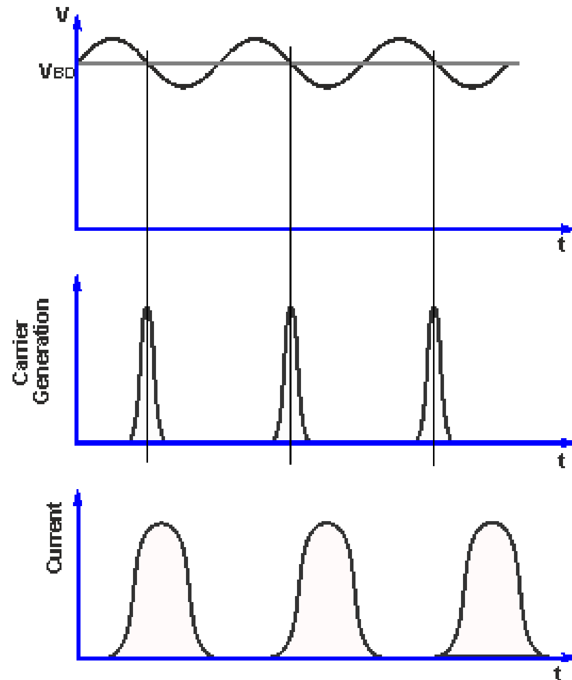
ඩ්‍රිෆ්ට් රීජන් එකේ පළල/ගනකම අඩු වැඩි කිරීමෙන් මෙම කාලය අඩු වැඩි කළ හැකියි (මෙමගින් මෙම උපාංගය ක්‍රියාත්මක වන සංඛ්‍යාතය තීරණය වේ). මෙම ඩයෝඩයේ නමෙහි transit time යන කොටස තිබීමට හේතුව මෙයයි. ඒ කියන්නේ ඉම්පැට් ඩයෝඩයේ සම්පූර්ණ ක්‍රියාකාරිත්වයට ඇවලාන්ෂ් හා ට්‍රාන්සිට් ටයිම් (සංක්‍රාන්ති කාලය) යන සිදු වීම් දෙකම අවශ්‍ය වේ.

තවමත් මෙම ඩයෝඩයේ නියම වටිනා ක්‍රියාකාරිත්වය ඔබට පෙනුනේ නැත. ඊට හේතුව ඉහත විස්තර කළේ ඩයෝඩයට යොදන පසු නැඹුරු ඩීසී විදුලිය නිසා සිදු වූ දේවල්ය. මෙම ඩයෝඩයේ නියම ප්‍රයෝජනවත් ක්‍රියාකාරිත්වය ඇති වන්නේ සෘණ ප්‍රතිරෝධය මතු වන අවස්ථාවයි. මෙතෙක් විස්තරය තුළ සෘණ ප්‍රතිරෝධය දක්නට ලැබුණේ නැහැ නේද?

සෘණ ප්‍රතිරෝධය මතු වීමට ඉහත බයස් ඩීසී වෝල්ටියතාවට අමතරව ඒසී විදුලියක්ද අවශ්‍ය කෙරෙනවා. ටනල් ඩයෝඩයක මෙන් සෘණ ප්‍රතිරෝධයක් නොවෙයි ඉම්පැට් ඩයෝඩයේදී දක්නට ලැබෙන්නේ. ටනල් ඩයෝඩයක නම්, ලාක්ෂණික වක්‍රයේම එය දක්නට ලැබුණා. එහෙත් ඉම්පැට් ඩයෝඩයක ලාක්ෂණික වක්‍රයේ එවැන්නක් දක්නට ලැබෙන්නෙත් නැහැනෙ (සාමාන්‍ය ඩයෝඩයක ලාක්ෂණික වක්‍රයට සමානයිනෙ).

පෙර කියූ ලෙස ඩයෝඩයේ ඇවලාන්ෂ් ආවරණය සිදු වීමට ඔන්න මෙන්න තරමට පසු නැඹුරු කර, කුඩා ඒසී සංඥාවක් දැන් යවන්න. එවිට, සංඥාවේ එක් අර්ධයක් තුළදී ඩයෝඩයේ ඇවලාන්ෂ්

ආවරණය සිදු වී, ඉහත පැහැදිලි කළ ලෙසට ආරෝපණ දෙපැත්තට ගමන් කරයි. මෙසේ ගමන් කරන ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට යම් ට්‍රාන්සිට් ටයිම් (සංක්‍රාන්ති කාලයක්) ගත වෙනවා. එහි ප්‍රතිපලය වන්නේ ඒසී සංඥාවේ වෝල්ටියතාව හා ධාරාව අතර කලා වෙනසක් ඇති වීමයි. මෙම කලා වෙනස අංශක 90 වන සේ සකස් කළ හැකියි.



ඉහත රූපයේ උඩින්ම ඇත්තේ ඒසී වෝල්ටියතාවයි. යටින්ම පෙන්වන්නේ එම සංඥාවේම ඒසී ධාරාවයි. බලන්න මෙම තරංග දෙක එකිනෙකට අංශක 180 ක කලා වෙනසක් දක්වනවා. ඇත්තටම ඉහත අංශක 180 ක කලා වෙනසට හේතු දෙකක් ඇත. එකක් නම්, ඉහත කියූ ට්‍රාන්සිට් ටයිම් ඩිලේ එකයි. එය විසින් දළ වශයෙන් අංශක 90 ක කලා වෙනසකුයි ඇති කරන්නේ. අංශක 90 ක ඉතිරි කලා වෙනස ඇති කරන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝන-සිදුරු ජනනය වීමේ ක්‍රියාවලිය විසින්මයි. ඊට හේතුව ඇවලාන්ෂ් ක්‍රියාවලිය ආරම්භ වූවාට පසුව, හාහිරින් යොදන වෝල්ටියතාව මතම යැපීම අඩු වීමයි (මෙය injection phase delay ලෙස හැඳින්වෙනවා). එනම් හාහිර වෝල්ටියතාව කියන කියන විදියට වැඩ නොකර තමන්ට අවශ්‍ය කාල වේලාව ගැනීම නිසා ඉබේම ඇති වන කලා වෙනසයි.

කෙසේ හෝ වේවා ඉහත ආකාරයෙන් ඉන්පුට් වෝල්ටියතාව හා ධාරාව අතර 180 ක කලා වෙනසක් ඇති වෙන්නේ එම ඉන්පුට් සංඥාවේ නිශ්චිත සංඛ්‍යාතයකදීය. මෙම සංඛ්‍යාතය ගිගාහර්ට්ස් කලාපයේ පිහිටයි. වෝල්ටියතාව හා ධාරාව අතර, ඉහත ඇත්තේ අනුලෝමව සමානුපාතික සම්බන්ධතාවක් නොව, ප්‍රතිලෝමව සමානුපාතික සම්බන්ධතවකි. ඒ කියන්නේ වෝල්ටියතාව වැඩි වන විට ධාරාව අඩු වෙන හා වෝල්ටියතාව අඩු වන විට ධාරාව වැඩි වන සම්බන්ධයකි. මෙය සෘණ ප්‍රතිරෝධයක ලක්ෂණය නේද? (එහෙත් ටනල් ඩයෝඩයක පෙන්නුම් කළ සෘණ ප්‍රතිරෝධයට වඩා ඉම්පැට් ඩයෝඩයේ සෘණ ප්‍රතිරෝධය තරමක් සංකීර්ණයි නේද?)

ඉතිං, ඉහත ඉම්පැට් ඩයෝඩය සෘණ ප්‍රතිරෝධයක් පෙන්නුම් කරන ලෙස බයස් කර පරිපථයක සවි

කළ විට, එය විසින්ම ස්වයංව ඔසිලේටර් එකක් සේ ක්‍රියා කරනවා (උෂ්ණත්වය ආදී හේතු මත ස්වයංව කම්පන/ඔසිලේෂන් හට ගන්නා හැටි මීට පෙර කතා කළා).

ඉම්පැට් ඩයෝඩවල ඇති වාසියක් නම්, වැඩි ජවයක් (high power) ඉන් ලබා ගත හැකි වීමයි. එහෙත් මෙම ඩයෝඩය ඇවලාන්ෂ් ආවරණයයි යොදා ගන්නේ. එවිට අධික ඝෝෂාවක් (noise) ජනනය වීමද සිදු වෙනවා.

ඉලෙක්ට්‍රෝන/ආරෝපණ ගැටීම් තිබෙන සෑම තැනකම ඝෝෂාවක් තිබේ. ආරෝපණ වක්‍ර වෙවී ගමන් කරන සෑම තැනකමත් ඝෝෂාවක් තිබේ. ඉතිං ඇවලාන්ෂ් ආවරණය සිදු වන විට මේ දෙකම යහමින් සිදු වේ. එහි ප්‍රතිපලය වන්නේ ඝෝෂාවද යහමින් ඇති වීමයි. මෙය මෙම ඩයෝඩයේ ප්‍රධානතම දෝෂයයි. එහෙත් සිලිකන් වලින් සාදපු ඉම්පැට් ඩයෝඩවලට වඩා තරමක අඩු ඝෝෂාවකුයි තිබෙන්නේ Gallium Arsenide වලින් සාදපු ඉමපැට් ඩයෝඩවල.

ඉහත පැහැදිලි කළේ ඍණ ප්‍රතිරෝධයක් ලබා ගැනීමට හැකි ඩයෝඩයකි. එහිදී ප්‍රධානතම අංගය වූයේ අංශක 180 ක කලා වෙනස ලබා ගැනීමයි. මෙම කලා වෙනස ලබා ගැනීම මූලිකව සිදු කළේ සංක්‍රාන්ති කාලය (transit time) මඟිනි. ඉම්පැට් ඩයෝඩයට අමතරව ට්‍රාන්සිට් ටයිම් ඩිලේ එක උපයෝගී කර ගෙන සාදපු තවත් එවැනිම ඩයෝඩ වර්ග නිපදවා ඇත. මේවා සියල්ල පොදුවේ transit time diode ලෙස හැඳින්විය හැකියි. පහත වගුවේ දැක්වෙන්නේ එවැනි ට්‍රාන්සිට් ටයිම් ඩයෝඩ වර්ගයි. මේ සියලු ට්‍රාන්සිට් ටයිම් ඩයෝඩ අධිසංඛ්‍යාත පරිපථවල භාවිතා වේ.

Transit-time diodes	
IMPATT	Impact ionization avalanche transit time
BARITT	Barrier injection and transit time
DOVETT	Double velocity transit time
TRAPATT	Trapped plasma avalanche triggered transit
TUNNETT	Tunnel transit time (mode of IMPATT diode)
QWITT	Quantum well injection transit time

තවත් නොයෙක් නම්වලින් ඩයෝඩ ඇත. සමහර ඩයෝඩ දැන් අභාවයට ගොස්ය නැතහොත් අභාවයට යමින් පවතිනවා. පින්/අග්‍ර දෙකක් සහිත ඕනෑම අරේඛීය ඉලෙක්ට්‍රොනික් උපාංගයක් දළ වශයෙන් ඩයෝඩ නමින් හැඳින්වෙනවා. බොහෝවිට ඩයෝඩ අර්ධසන්නායකවලිනුයි සාදා තිබෙන්නේ. ඩයෝඩ නමින් හැඳින්වෙන යම් උපාංගයක්ම තවත් වර්ගයක උපාංගයක් සේද නම් කළ හැකියි. උදාහරණයක් සේ, ෂොක්ලි ඩයෝඩය, ඩයෝඩයක් ලෙස වගේම SCR උපාංගයක් ලෙසද හඳුනාගත හැකියි (SCR ගැන ට්‍රාන්සිස්ටර් පාඩම්වලට පසුව ඉගැන්වේ).

තවද, අර්ධසන්නායකවලින් රෙසිස්ටර්ද නිපදවිය හැකියි; කැපැසිටර්ද නිපදවිය හැකියි; සාම්ප්‍රදායිකව වෙනත් ද්‍රව්‍යවලින් නිපදවූ සමහර උපාංගද නිපදවිය හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස, යම්

අර්ධසන්නායකයක මාත්‍රණ මට්ටම වෙනස් කිරීමෙන් විවිධ ප්‍රතිරෝධකතා සහිත සන්නායක/ප්‍රතිරෝධක අපට අවශ්‍ය අගයන්ගෙන්ම නිවැරදිව සාදා ගත හැකියි. ඉස්සර කාලයේදී චලනය වන කොටස් (යාන්ත්‍රික කොටස්) යොදා ගෙන සාදපු (රිලේ වැනි) උපකරණ/උපාංග අද අර්ධසන්නායක යොදාගෙන සාදා ගනු ලබන අතර, එම උපාංග පොදුවේ **solid-state devices (SSD)** ලෙස හැඳින්වෙනවා. ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස්වල හදවත බඳු උපාංගය වන ට්‍රාන්සිස්ටර් යනුද අර්ධසන්නායකවලින් සාදනු ලබන උපාංගයකි.

අතිරේකය 1

විදුලිය ප්‍රභව

ආලෝකය, තාපය, රසායනික ශක්තිය, චාලක/යාන්ත්‍රික ශක්තිය, න්‍යෂ්ඨික ශක්තිය ආදිය අතරේ, විදුලිය යනුද තවත් එක් ශක්තියකි. ඒ අනුව විදුලිය ප්‍රභව යන්න බහුලවම ශක්ති ප්‍රභව (energy source) යනුවෙන්ද හැඳින්වෙනවා. විදුලිය හෙවත් විදුලි ශක්තිය සලකා බලන විට, එහි විදුලි විභවය (electric potential හෙවත් voltage), විදුලි ධාරාව (electric current), හා විදුලි ජවය (power) යනුවෙන් වෙන් වෙන්ව මැනිය හැකි රාශීන් තුනක් පවතින බව ඔබ දන්නවා. පරිපථයක් ක්‍රියා කරවීමට ඊට සම්බන්ධ කරන විදුලි/ජව සැපයුම (power supply) විසින් පරිපථයට අවශ්‍ය කරන වෝල්ටියතාව හා ධාරා ප්‍රමාණය (හෙවත් විදුලි ශක්තිය) ලබා දෙනවා. *ජවය = වෝල්ටියතාව x ධාරාව* නිසා, මෙම පවර් සප්ලයි එකෙන් එම පරිපථයට ජවයක් ලබා දෙන බවද කිව හැකියි. ඊට ජව සැපයුම යන නම ලැබී ඇත්තේද මෙම හේතුව නිසාය. මේ අනුව, ජව සැපයුම යනු විදුලි ප්‍රභවයකි.

පවර් සප්ලයි ගැන කතා කිරීමේදී බොහෝවිට කතා කරන්නේ එහි වෝල්ටියතාව ගැන පමණි. අහවල් පරිපථයට වෝල්ට් 12 ක් අවශ්‍ය වේ, අහවල් එකට අච්චර වෝල්ට් ගණනක් අවශ්‍ය වේ ආදී වශයෙන් බොහෝ දෙනා පවසනවා. එලෙස ජව සැපයුම ගැන සිතීම එතරම් හොඳ තත්වයක් නොවේ. වෝල්ටියතාව ප්‍රබල සාධකය වුවත්, ඉන් ලබා ගත හැකි ධාරාව, තත්පරයකට කොතරම් උපරිම ධාරා ප්‍රමාණයක් පවර් සප්ලයි එකෙන් ලබා ගත හැකිද ආදී තවත් වැදගත් සාධක කිහිපයක්ම ජව සැපයුම යෙදීමේදී සැලකීමට සිදු වේ. මොහොතකින් ඒ ගැන විස්තර කරන්නම්. ඇත්තෙන්ම "ජව සැපයුම" යන වචනය තුළ තිබෙන්නේ ජවය යන්නයි. ඒ කියන්නේ වෝල්ටියතාව හා ධාරාව යන දෙකම එම වචනය තුළ ඇත. ඔබද ඔබේ පරිපථයට අවශ්‍ය කරන ජව සැපයුම ගැන සිතන විට, *අඩුම ගාණේ* විභවය හා ධාරාව යන දෙකම වැදගත් සාධක ලෙස සලකා ගණනය කිරීමට පුරුදු වන්න.

පරිපථයකට ඔබට හැකි අනර්ඝතම ජව සැපයුමක් ලබා දීමට උත්සහ කළ යුතුයි. එය සිතන තරම් පහසු කාර්යක් නොවේ. ඊට හේතුව ජව සැපයුම අනර්ඝ වන්නට වන්නට එහි වියදම ඉතා සීඝ්‍රයෙන් ඉහළ යයි. එනිසා ප්‍රායෝගිකව, පවර් සප්ලයි එකේ තත්වය (අනර්ඝත්වය) තීරණය වන්නේ ඔබ ඊට වියදම් කිරීමට යන මුදල් ප්‍රමාණය මතයි. අනර්ඝත්වය හා වියදම මත, විවිධාකාරයෙන් පවර් සප්ලයි සෑදිය හැකියි. ඉතිං, පවර් සප්ලයි එකක තාක්ෂණික අනර්ඝත්වය තීරණය කරන්නේ කෙලෙසද? ඒ සඳහා ඔබට මූලිකවම පහත කරුණ වැදගත් වේ.

ඔබට අවශ්‍ය කරන වෝල්ටියතාව එම පවර් සප්ලයි එකේ ජීව කාලය (life time) පුරාවටම, ඊට සම්බන්ධ කරන භාර ප්‍රතිරෝධය කුමන අගයක් ගත්තද නොවෙනස්ව පැවතිය යුතු වන අතර, භාර ප්‍රතිරෝධයට අවශ්‍ය කරන ධාරාව පහසුවෙන් ලබා දීමටද හැකි විය යුතුය.

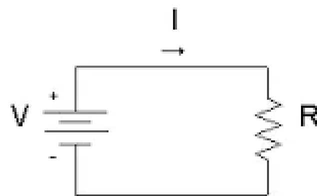
උදාහරණයක් ලෙස, යම් උපකරණයක් සඳහා වෝල්ට් 12 ක් අවශ්‍ය නම්, පවර් සප්ලයි එකෙන් මෙම වෝල්ට් 12 කිසිදු විචලනයකින් තොරව ලබා දීමට හැකි විය යුතුය. තවද, එම උපකරණය ඉල්ලා සිටින්නේ ඇම්පියර් 2 ක් නම්, මෙම ධාරා ප්‍රමාණයද ජව සැපයුම විසින් පහසුවෙන් ලබා දිය යුතුය (අනවශ්‍ය ලෙස රත් නොවී). සමහරවිට, උපකරණය වැඩ කරමින් තිබෙන අතරේ, එය පරිභෝජනය කරන ධාරා ප්‍රමාණය වෙනස් වියද හැකියි. එක් මොහොතකදී එය ඇම්පියර් 1 ක් ඉල්ලා සිටීවි; තවත් මොහොතක එය ඇම්පියර් 3 ක් විය හැකියි. මෙලෙස උපකරණය ඉල්ලා සිටින සිටින ධාරා ප්‍රමාණය එලෙසම "නැහැ බැහැ නොකියා" ලබාදීමට ජව සැපයුමට හැකි විය යුතුය (යම් උපරිම ධාරා ප්‍රමාණයක් දක්වා). මෙලෙස විචලනය වන ධාරා ප්‍රමාණය ලබා දෙන විට, විභවය කිසිසේත් විචලනය නොවී තබා ගැනීමටද වගබලා ගත යුතුය. බැලූ බැල්මට ඉතා සරල කාරණයක් සේ පෙනුනත්, ප්‍රායෝගිකව මෙම ගතිගුණය ලබා ගැනීම එතරම්ම සරල හෝ පහසු කාරණයක් නොවිය හැකියි.

විදුලිය අනෙක් ශක්තීන්ට වඩා හුරුබුහුටි (smart) වන්නේ පහසුවෙන්ම විදුලිය ජනනය කිරීමට හැකි වීමත්, පහසුවෙන් හා ඉතා කාර්යක්ෂමව විදුලිය බෙදා හැරීම හා පාලනය කිරීමට හැකි වීමත්, වෙනත් ශක්තීන් බවට පහසුවෙනුත් ඉක්මනිනුත් පත් කරගැනීමේ හැකියාවත්, හොඳින් ගබඩා කරගැනීමට ඇති හැකියාවත් ආදී කාරණා නිසා බව ඔබ දන්නවා. මුලින්ම කෙටියෙන් බලමු විදුලිය වෙනත් ශකිතීන් බවට පත් වන්නේ කෙසේද කියා.

ශක්ති පරිවර්තන

තාප ශක්තිය

විදුලි ශක්තිය පහසුවෙන්ම තාප ශක්තිය (heat) බවට පත් කළ හැකියි. කිරීමට තිබෙන්නේ විදුලි ධාරාවක් විශාල ප්‍රතිරෝධකයක් සහිත සන්නායකයක් හරහා යැවීම පමණයි. එවිට, ජූල් තාපන මූලධර්මය අනුව ($P = I^2R$) තාප ශක්තියක් හට ගනීවි (මේ ගැන මීට කලින් අප කතා කර තිබෙනවා).



මෙහිදී සිදු වන්නේ විදුලි ධාරාව ගැලීමේදී (එනම් ඉලෙක්ට්‍රෝන ගැලීමේදී), එම ඉලෙක්ට්‍රෝන එකිනෙකට හැප්පීමයි. සන්නායකයේ ප්‍රතිරෝධය වැඩියි යනු මෙම හැප්පීම වැඩි වැඩියෙන් සිදුවීමයි. ඕනෑම දෙයක් හැප්පෙන/ඇතිල්ලෙන විට තාපයක් හටගන්නවා (ඔබේ අත්ල දෙක වේගයෙන් එකිනෙකට අතුල්ලාගෙන බලන්න අත්ල රත් වන හැටි). මෙහි R මඟින් නිරූපණය කරන්නේ අධිප්‍රතිරෝධකතා සන්නායකයයි. බොහෝවිට මෙය පහත රූපයේ ආකාරයට කොයිලයක් ලෙසයි පවතින්නේ (මෙය heating element ලෙස හැඳින් වෙනවා). එය කොයිලයක් ආකාරයට සකස් කර තිබෙන්නේ ප්‍රතිරෝධ අගය වැඩි කිරීමටයි (සන්නායකයක දිග වැඩිවන විට ප්‍රතිරෝධය වැඩි වෙනවා).





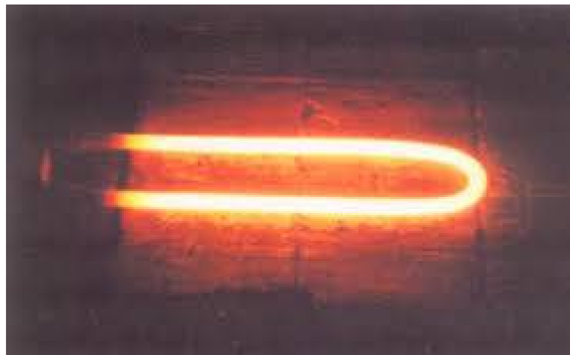


ඉතිං, විදුලියෙන් තාපය හටගැනීම තේරුම් ගැනීම ඉතාම පහසුයි නේද? ඉස්ත්‍රික්ක, නොයෙක් වර්ගයේ හීටර්, ඉලෙක්ට්‍රික් කුකර්/අවන් ආදිය වැඩ කරන්නේ මෙම න්‍යාය මතයි.

ආලෝක ශක්තිය

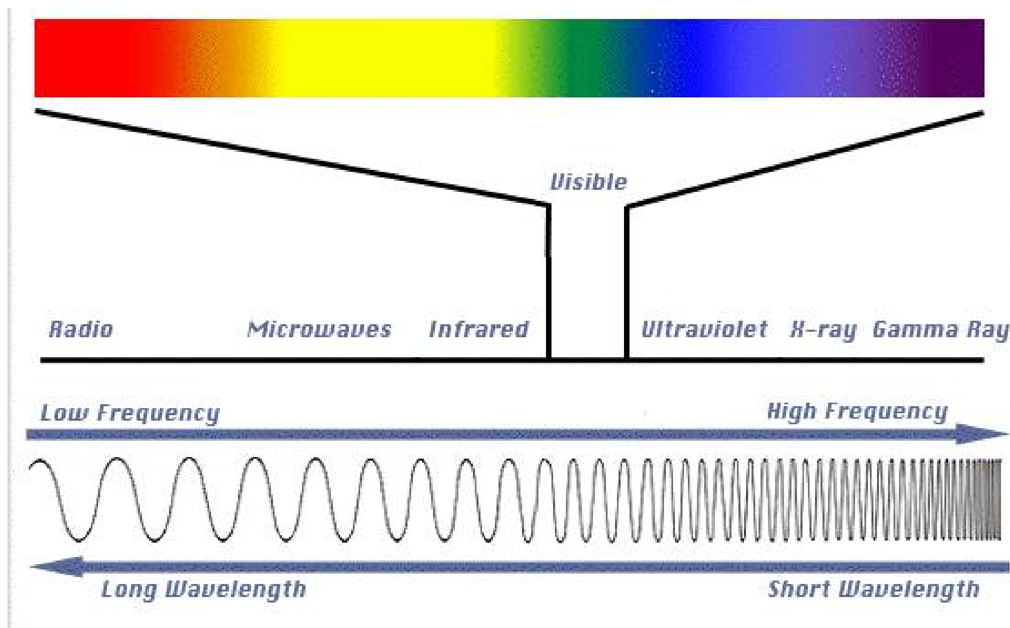
විදුලියෙන් ආලෝකය නිපදවන්නේ කෙලෙසද? ක්‍රම කිහිපයක්ම ඇත. ඉන් තාපදීප්ත (incandescence) යන ක්‍රමය ගැන විතරක් විස්තර කරන්නම්. මෙහිදීද සිදු වන්නේ ඉහත ජූල් තාපන ක්‍රමයමයි. එනම්, අධික ප්‍රතිරෝධයක් තිබෙන සන්නායකයක් හරහා විදුලි ධාරාවක් යවයි. එවිට, සුපුරුදු ලෙසම එය රත් වේ. යමක් රත් වන විට, එම රත් වෙච්ච ද්‍රව්‍යයේ සිට පරිසරයට එම තාපය මුදා හරියි. මෙලෙස තාපය මුදා හරින ක්‍රම 3 න් එකක් තමයි විකිරණය (radiation). (අනෙක් දෙක නම්, සන්නයනය හා සංවහනය).

ඕනෑම ද්‍රව්‍යයක් ක්‍රමයෙන් රත්වේගෙන යන විට සිදුවන ස්වාභාවික සංසිද්ධියක් ඇත. එම අපූරු සංසිද්ධිය ඔබ නිතර දකින එකක් වුවත් බොහෝ විට ඒ ගැන ගැඹුරින් ඔබ සිතා නැතිව ඇති. ඒ ගැන දැන් බලමු. අඩු උෂ්ණත්වවලදී යමක් රත්වී තිබෙන විට, අපට එය රත්වී තිබෙන බව ඇසින් දැක ගත නොහැකියි (අවශ්‍ය නම් ස්පර්ශ කර බැලිය හැකියි). වතුර කේතලය හෝ ඉස්තිරික්කය රත්වී තිබෙන විට, එය දැන් රත්වී තිබෙන්නේ යැයි ඔබේ ඇසට පෙනෙන්නේ නැහැ නේද? එහෙත්, තව දුරටත් එම ද්‍රව්‍යය රත් කරගෙන යන විට, එය රතු පාටින් පෙනේවි (“ගිනියම්" (red-hot) වෙලා යැයි පවසන්නේ මෙම අවස්ථාවයි). මෙම අවස්ථාවේදී උෂ්ණත්වය සෙල්සියස් අංශක සිය ගණනක් වේ.



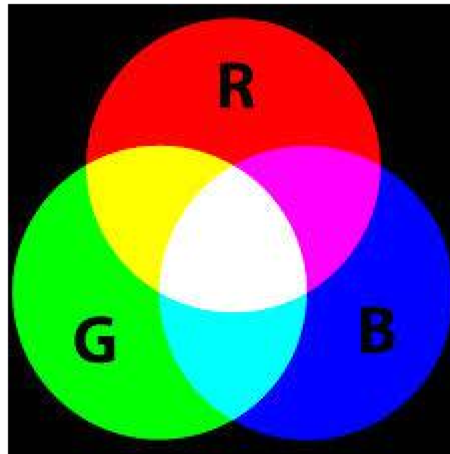
ඒ කියන්නේ දැන් රස්නෙට අමතරව යම් ආලෝකයක්ද තිබෙන බවයි. රත් කිරීම සිදු කළේ ඉහත කතා කළ ජූල් තාපන ක්‍රමයෙන් නම්, ඒ කියන්නේ දැන් විදුලියෙන් ආලෝකයද නිපද වූ බව ඉන් හැඟෙනවා නේද? ඔව්. මෙම ලෝහය තවදුරටත් රත් කළ හැකි නම්, ක්‍රමයෙන් මෙම ආලෝකය තැඹිලි, කහ හා සුදු පාටට හැරේවි. ඒ ඇයි?

ඊට හේතුව මෙයයි. විකිරණය වන්නේ විද්‍යුත් චුම්භක තරංග (electromagnetic wave) යනුවෙන් හැඳින්වෙන දෙයකි. ඇසට නොපෙනෙන (ටීවී, රේඩියෝ ආදිය වැඩ කරන) රේඩියෝ තරංග, හා අධෝරක්ත කිරණ, ඇසට පෙනෙන ආලෝකය, ඇසට නොපෙනෙන පාරජම්බුල කිරණ, හා එක්ස්-රේ ආදී ලෙස විවිධ නම්වලින් හා ගතිගුණවලින් හෙබි සියල්ල පොදුවේ හැඳින්වෙන්නේ විද්‍යුත් චුම්භක කිරණ/තරංග ලෙසයි. (විද්‍යුත් චුම්භක තරංග හා ආලෝකය ගැන වෙනමම සවිස්තරාත්මක පාඩමක් අතිරේකයක් ලෙස පළ වේ.) ඉහත සඳහන් කළ විද්‍යුත් චුම්භක කිරණවල පිළිවෙලින් සංඛ්‍යාතය වැඩි වේ (එනම්, රේඩියෝ තරංගවලට වඩා අධෝරක්ත තරංගවල සංඛ්‍යාතය වැඩිය; අධෝරක්තවලට වඩා දෘෂ්‍ය ආලෝකයේ සංඛ්‍යාතය වැඩිය; ඊට වඩා පාරජම්බුල කිරණවල වැඩිය; වැඩිම සංඛ්‍යාතය තිබෙන්නේ ගැමා කිරණවලයි).



(රත් කිරීම ආරම්භයේදී) මුලින්ම අඩු උෂ්ණත්වයේදී පිට වූයේ ඇසට නොපෙනන අධෝරක්ත කිරණයි (සාමාන්‍යයෙන් රේඩියෝ තරංග රත් කිරීමෙන් මෙලෙස පිට වන්නේ නැත). අධෝරක්ත කිරණවලින් යම් කොටසක් අපට රස්නයක් ලෙස දැනේ. සූර්යාලෝකයෙන් අපට රස්නය දැනෙන්නේ සූර්යාලෝකයේ මෙම රස්නය දැනෙන අධෝරක්ත කිරණ පැවතීම නිසයි. ගින්නක් අසල රස්නය දැනෙන්නේද ගින්නෙන් පිටවන මෙම අධෝරක්ත කිරණ නිසයි. ලෝහය තවත් රත් කරගෙන යන විට, ඊට වැඩි සංඛ්‍යාත සහිත විද්‍යුත් චුම්භක කිරණද පිටවන්නට පටන් ගන්නවා. එවිට ඉහත රූපය අනුව, රතු සිට දම් දක්වා වර්ණ ලෙස ඇස හඳනා ගන්නා දෘෂ්‍ය (visible) විද්‍යුත් චුම්භක තරංග පිට වන්නට ගන්නවා. ඉනුත් පළමුව රතු වර්ණය ලෙස අපේ ඇස විසින් හඳුන්ගන්නා ලබන දෘෂ්‍ය ආලෝක කිරණ නිකුත් වේ. ඒ කියන්නේ මේ අවස්ථාවේදී ලෝහය රතු පාටින් දිස් වේ. තව තවත් රත් කරගෙන යන විට, තැඹිලි, කහ වර්ණද ලැබේ. ඒ අනුව ක්‍රමයෙන් දේදුන්නේ වර්ණ පිළිවෙලන් දිස් විය යුතුයි සේ ඔබට සිතෙනු ඇත. එහෙත් තවත් රත් කරගෙන යන විට, කොල වර්ණය, නිල් වර්ණය, දම් වර්ණය දිස් නොවී එකවරම සුදු වර්ණය පෙනුනේ කෙලෙසද?

ඊට හේතුව මෙයයි. ඇත්තටම තවත් රත් කරගෙන යන විට, කොළ වර්ණයද ලැබෙනවා. එහෙත් මෙහිදී රතු වර්ණය හා කොල වර්ණය යන දෙකම එකට පවතින නිසා, එය ඇස හඳුනාගන්නේ තැඹිලි හා කහ වර්ණ ලෙසයි. ඉහතදී රතු වර්ණයට පසුව තැඹිලි, කහ වර්ණ ඇසට පෙනුන ප්‍රධාන හේතුවත් මෙය තමයි (රතු+කොල = කහ). තවත් රත් කරගෙන යන විට, නිල් වර්ණද පිට කරනවා. එහෙත් මේවන විට, රතු, කොල, නිල් යන වර්ණ වර්ග තුනම එකට පවතිනවා. ඔබ දන්නවා මෙම ප්‍රධාන වර්ණ තුන එකට පවතින විට, ඇසට එය පෙනෙන්නේ සුදු ආලෝකය ලෙසයි. ඒකයි කොල, නිල්, දම් ආදී වර්ණ වෙන වෙනම ලෝහයේ දක්නට නොලැබුණේ. (මුලදීම රතු පෙනුනේ එම අවස්ථාවේදී කොල, නිල් වර්ණවලින් යුතු තරංග පිට නොවූ නිසාය.) ඇත්තටම තවත් රත් කරගෙන යන විට, ඇසට නොපෙනන පාරජම්බුල කිරණත් ඉන් පිටවිය හැකියි. සමහර ලෝහ තවත් (විශේෂිත උපක්‍රම මඟින්) රත් කිරීමේදී එක්ස්රේ පවා පිට වෙනවා. එක්ස්රේ මැෂින් සාදා තිබෙන්නේද මෙම ක්‍රමය යොදාගෙනයි.



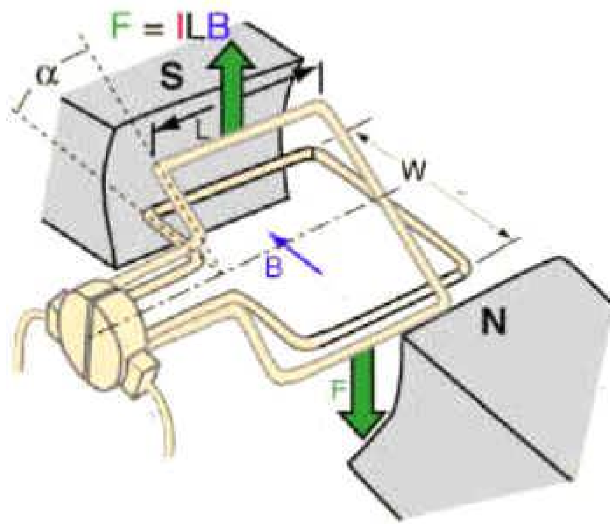
කුඩා ධාරාවකින් පවා ඉක්මනින් රත්වී වැඩි ආලෝකයක් ලබා දිය හැකි ලෝහ තමයි ඉහත තාපදීප්ත ක්‍රමයෙන් ආලෝකය නිපදවීමට භාවිතා කරන්නේ. ටංස්ටන් යනු එවැනි ලෝහයකි. මෙම ක්‍රමයෙන් තමයි, ගෙදරදොර බහුලව භාවිතා වන තාපදීප්ත බල්බ (incandescent bulb) නිපදවන්නේ. ටෝච්වලට දමන කුඩා බල්බත් මේ ආකාරයෙන්ම නිපදවා ඇත.



යාන්ත්‍රික ශක්තිය

දැන් බලමු විදුලියෙන් කොහොමද චාලක ශක්තියක් ඇති කරගන්නේ කියා. මෙහිදීත් ක්‍රම කිහිපයක් ඇති අතර, ඉන් ප්‍රධානතම හා බහුලවම භාවිතා කරන ක්‍රමය වන මෝටර් ක්‍රියාකාරිත්වය ගැන පමණක් සලකමු. බොහෝ යන්ත්‍රසූත්‍රවල පදනම මෙයයි.

ඔබ දන්නවා යම් සන්නායකයක් දිගේ (රේඛීයව) විදුලියක් ගමන් කරන විට, ඉන් චුම්භක වලලු ඇති වෙනවා. යම් තැනක චුම්භක ක්ෂේත්‍ර දෙකක් එකිනෙකට ලම්භකව අන්තර්ක්‍රියා කරන විට, එතැන ඉබේම චලනයක් ඇති වෙනවා (එය ලෝක ස්වභාවයක් හෙවත් "සංසිද්ධියක්"). ඉතිං මෝටරයක සිදු වන්නේ මෙයයි. එවිට, යම් චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් තුල ඇති සන්නායකයක් තුලින් ධාරාවක් යවා ඉන් ඇති වන චුම්භක ක්ෂේත්‍රය මඟින් චලනය ඇති කිරීම තමයි මෝටරය තුළ සිදු වන්නේ. පහත රූපය බලන්න.



AC motors, DC motors ලෙස ප්‍රධාන මෝටර් වර්ග දෙකක් ඇත. ඩීසී මෝටර් නැවත Series, Shunt, Compound ලෙස මූලික ආකාර තුනකුත්, ඒසී මෝටර් නැවත Induction, Synchronous ලෙස මූලික ආකාර 2 කුත් ලෙස කාණ්ඩ කිහිපයකින් යුක්ත වේ. මේවා නැවත තව තවත් ආකාරවලින් (brushless DC motors, universal motors, stepper motors, shaded pole motors, permanent magnet motors ආදී ලෙස) ලබා ගත හැකියි. මේ සියලුම ආකාර ක්‍රියා කරන්නේ ඉහත පෙන්වූ සරල විද්‍යුත්-මෝටර් මූලධර්මය මත පදනම්වයි. මෝටර් ගැන වෙනමම පාඩමක් පසුවට තිබෙන බැවින් වැඩි විස්තර මෙහි සටහන් නොකෙරේ.

රසායනික ශක්තිය

විදුලිය මඟින් බොහෝ රසායනික ද්‍රව්‍යවල වෙනස්කම් හෙවත් ප්‍රතික්‍රියා ඇති කළ හැකියි. බැටරි චාජ් කරනවා යනුවෙන් ඔබ සිදු කරන්නේ මෙයයි. එනම් යම් බැටරියක් තුළ ඇති රසායනික ද්‍රව්‍යවල වෙනස්කම් (ප්‍රතික්‍රියා) ඇති කරවනවා ඊට භාහිර විදුලියක් ලබා දීමෙන්. එවිට එම රසායනික ද්‍රව්‍ය තුළ එම විදුලිය ශක්තිය රසායනික ශක්තියක් බවට පරිවර්තනය වී ගබඩා වෙනවා (එසේ ගබඩා වෙච්ච රසායනික ශක්තිය තමයි පසුව නැවත විදුලි ශක්තියක් බවට පත් වන්නේ).

මේ විතරක් නොවෙයි, විද්‍යුත් ලෝහාලේපනය (electroplating) යන ක්‍රියාවලිය (එනම්, රන්, රිදී, තඹ, නිකල් වැනි ලෝහයක් තවත් ලෝහයක් මත විදුලිය යවා ආලේප කිරීම) සිදු වන්නේද විදුලිය මඟින්ය. තවද, ජීව/වෛද්‍ය විද්‍යාව තුළ සිදු කරන electrophoresis නම් ක්‍රියාවලියද විදුලියෙන් රසායනික ක්‍රියාවලියක් ඇති කිරීමට පෙන්විය හැකි තවත් නිදසුනක්. මේ ආදී ලෙස විදුලිය විවිධාකාරයේ රසායනික ක්‍රියාකාරිත්වයන් ඇති කිරීමට හා පාලනය කිරීමට යොදා ගන්නවා. විදුලිය යොදාගෙන ශාකවල රසායනික වෙනස්කම් සිදු කිරීම ගැනද පර්යේෂණ සිදු කෙරෙමින් පවතී.

තවද, විදුලි ශක්තිය චුම්භක ශක්තියක් බවත් පරිවර්තය කළ හැකියි. ඇත්තටම මේ සඳහා අමුතුවෙන් කළ යුතු දෙයක් නැත; සන්නායකයක් තුළින් ධාරාව යැවූ පමණින් එය විද්‍යුත් චුම්භක බවට පත් වෙන බව ඔබ දන්නවා (ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් පොත් පෙළෙහි දෙවැන්නේ මේ ගැන වැඩි විස්තර ඇත).

විදුලිය තව තවත් ශක්තින් බවට පරිවර්තනය කළ හැකි බව පෙනෙනවා. මෙලෙස පරිවර්තනය කිරීමෙන් ඍජුවමත් වක්‍රවත් ප්‍රයෝජනවත් වැඩවලට විදුලිය යොදාගත හැකියි.

විදුලි ජනනය

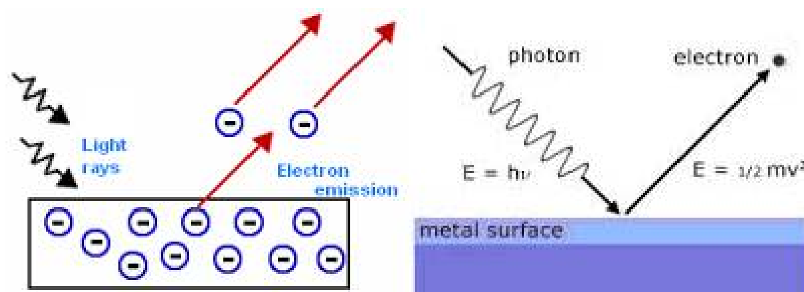
විදුලිය තිබෙන විට, කළ හැකි දේවල් ඉහත අප දැක්කා. දැන් කෙටියෙන් බලමු විදුලිය අපට ලැබෙන ආකාර ගැන. ඉලෙක්ට්‍රික් වේවා ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් වේවා, මේ ක්ෂේත්‍රයන් දෙකටම නැතිවම බැරි දේ නම් විදුලියයි. ඉතිං මෙම විදුලිය කොහෙන් හෝ ජනනය කළ යුතු වෙනවා. විදුලිය ජනනය කිරීමට උපයෝගී කරගත හැකි සංසිද්ධි කිහිපයක් තිබේ. ඒවා කිහිපයක් එකින් එක බලමු. විදුලි ජනනය විස්තර කරන අතරම, තවත් ඒ ඒ ක්‍රමවේද/ආවරණ සම්බන්ධ කරුණුද විස්තර කෙරේ.

සූර්ය බල ශක්තිය හා ප්‍රකාශ විද්‍යුත් ආවරණය

ආලෝකය මඟින් විදුලිය ජනනය කළ හැකියි (විදුලියෙන් ආලෝකය නිපදවිය හැකි ආකාරයක්ද ඉහතදී විස්තර කළා). මෙම ආලෝකය හැමවිටම වාගේ සූර්යාලෝකයයි. එනිසා මෙලෙස සූර්යාලෝකයෙන් නිපදවන විදුලිය "සූර්ය බල ශක්තිය" (solar power) ලෙස හැඳින්වෙනවා. බොහෝවිට සෝලර් පවර් යන වචනය වෙනුවට photo-voltaic (PV) යන වචනයද ඊට යොදා ගන්නවා. සූර්යාලෝකයෙන් විදුලිය නිපදවන උපකරණය සූර්යකෝෂය (solar cell හෝ photovoltaic/PV cell) ලෙස හැඳින්වෙන අතර, එවැනි සූර්යාකෝෂ ගණනාවක් එකට එකතු කර සූර්ය පැනලයක් (solar panel) සාදා ගැනේ.



සමහර ද්‍රව්‍ය තිබෙනවා ඊට ආලෝකය වැටුණු විට, ඉන් ඉලෙක්ට්‍රෝන ගැලවී/විසි වී යනවා. එය හරියට ඔබ ටෙනිස් බෝලයක් දූවිලි සහිත පොලොවට ගසන විට, බෝලය බිම වදින තැනින් දූවිලි පිටතට විසි වෙනවා වැනි වැඩකි. වහලෙන් බිමට වතුර වැටෙන විට, එම වතුර වැටෙන තැන්වල පොලොවේ වලවල් හැරෙන ආකාරයත් මේ වගේමයි. මෙම සංසිද්ධිය ප්‍රකාශ-විද්‍යුත් ආවරණය (photo-electric effect) යන නමින් හැඳින්වේ.



සටහන
ප්‍රකාශ විද්‍යුත් ආවරණය පළමු වරට නිවැරදිව පැහැදිලි කළ විද්‍යාඥයා වන්නේ ඇල්බට් අයින්ස්ටයින්ය. ඔහු 1905 දී ඔහුගේ සුප්‍රකට විශේෂ සාපක්ෂතාවාදයද සමඟ මෙම ආවරණයද

ලෝකයට හෙළි කළා. අද වන විට, විද්‍යාවේ ඉතාම ගැඹුරු හා අපූරුතම කොටසක් වන ක්වන්ටම් විද්‍යාවේ එක් ආරම්භක අවස්ථාවක් වන්නේද අයින්ස්ටයින්ගේ මෙම ප්‍රකාශ-විද්‍යුත් ආවරණය පිළිබඳ පැහැදිලි කිරීමයි. එතෙක් ආලෝකය යනු තරංග ස්වභාවයක් සහිත දෙයක් බවයි පිළිගෙන තිබුණේ. එහෙත් අයින්ස්ටයින් නව අදහසක් ඉදිරිපත් කළා ආලෝකය සැදී තිබෙන්නේ ඉතාම කුඩා අංශු විශේෂයකින් (ෆෝටෝන – photon) බව. ඉහත මා ටෙනිස් බෝල උපමාව යෙදුවෙත් ආලෝකයද ඇත්තටම එලෙසම කුඩා අංශු (බෝල) ලෙස ක්‍රියාකරන නිසාය. මේ අනුව, අයින්ස්ටයින් යනු ක්වන්ටම් විද්‍යාවේ පුරෝගාමියෙකි; එහෙත් පුදුමයට කාරණය නම්, ඔහු ක්වන්ටම් විද්‍යාව පිළිගැනීමට දැක්වූ දැඩි අකමැත්තයි (“දෙවියන් දාදු කෙළින්නේ නැත" ආදී ක්වන්ටම් විද්‍යාව විවේචනය කරන ඔහුගේ සුප්‍රකට කියමන් ඔබත් අසා ඇති).

මෙම ඉවත්වන ඉලෙක්ට්‍රෝන රැස්කර වයර් දිගේ නැවත එම ඉලෙක්ට්‍රෝන තිබූ ද්‍රව්‍ය වෙතටම ගමන් කරවීමට සැලැස්වීම තමයි සූර්යකෝෂයකින් සිදු වන්නේ. මෙලෙස ගමන් කරන ඉලෙක්ට්‍රෝන (photoelectric current) තමයි අප ප්‍රයෝජනයට ගන්නේ. මෙම ඉලෙක්ට්‍රෝන හැමවිටම ගමන් කරන්නේ එකම දිශාවට බැවින් සූර්යකෝෂවලින් ලැබෙන්නේ ඩීසී විදුලියක් බව පෙනේ. විශාල ප්‍රදේශයක් පුරා සූර්ය පැනය පිහිටුවීමෙන් විශාල විදුලියක් ලබා ගත හැකියි. උඩු ගුවනේ රඳවා තිබෙන චන්ද්‍රිකාවලට විදුලිය ලබා ගන්නා එකම ක්‍රමය මෙය වේ.

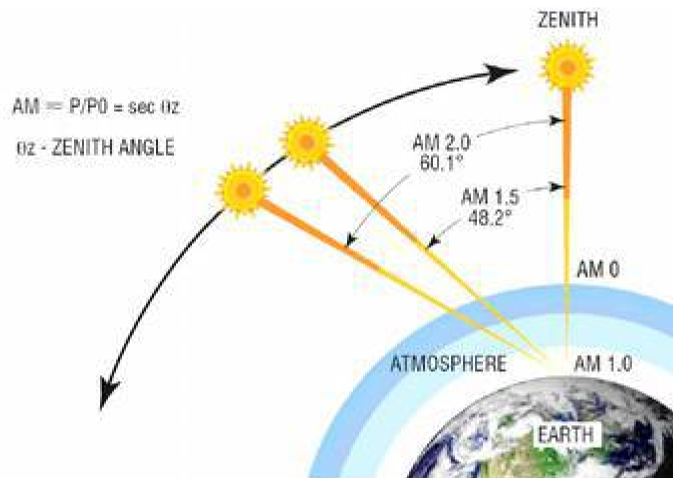


ආලෝකයේ තීව්‍රතාව වැඩිවන විට, ලැබෙන විදුලියද වැඩි වේ. මෙම තාක්ෂණය සීඝ්‍රයෙන් දියුණු වෙමින් පවතිනවා. (සූර්ය) ආලෝකයේ ඇත්තටම විශාල ශක්තියක් ගැබ් වෙනවා. සූර්යාලෝකය තුළ රේඩියෝ තරංග, අධෝරක්ත, දෘෂ්‍යාලෝකය, පාරජම්බුල යන සියලු කිරණ පවතිනවා. මෙම සියලු කිරණ යම් යම් ප්‍රමාණවලින් පොලොව මතුපිටට ලැබෙනවා. සමහර කිරණ (විශේෂයෙන් පාරජම්බුල කිරණ) වායුගෝලයෙන් පෙරා දමනවා හා වායුගෝලයෙන් පරාවර්තනය කර (පොලොවට වැටෙන්නට නොදී) දමනවා. වායුගෝලයේ ඉහලින්ම ඇති ඕසෝන් (O_3) වායුවෙන් සෑදුම්ලත් තුනී ඕසෝන් ස්ථරයෙන් මිනිසාට හා පොදුවේ ජීවින්ට අහිතකර පාරජම්බුල කිරණ පෙරා දමනවා. මිනිසාගේ අයහපත් භාවිතාවන් නිසා එම ඕසෝන් වියන තැනින් තැන විනාශ වී යෑම නිසා පිළිකා කාරක පාරජම්බුල කිරණ දැන් වැඩි වැඩියෙන් පොලව මතට පතිත වීම ඛේදවාචකයක්.

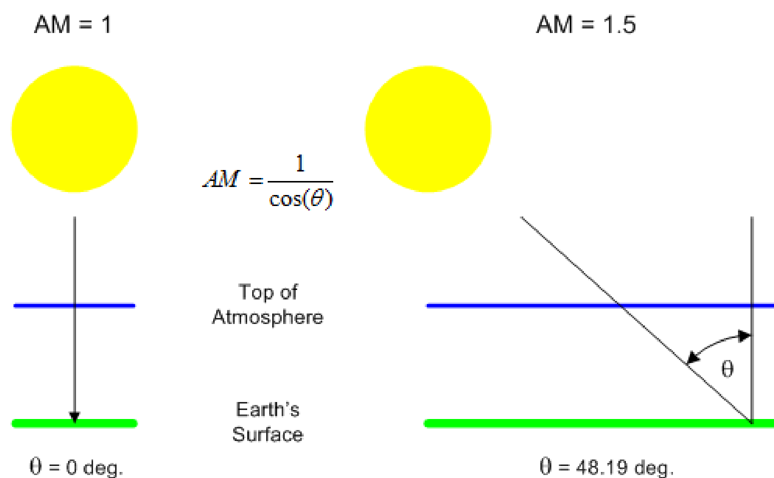
විද්‍යාත්මක ගණනය කිරීම් අනුව, සූර්යා හොඳට පායා ඇති අවස්ථාවක (වලාකුලු නොමැතිව) සූර්යාගෙන් පොලොවට වැටෙන මෙම සියලු කිරණවලින් ලැබෙන ශක්තිය තත්පරයක් තුළ වර්ග මීටරයක ක්ෂේත්‍රඵලයක් සඳහා කිලෝජූල් 1 ක් පමණ වේ (සමක ප්‍රදේශවල මෙම අගය තවත් වැඩි වේ).

ඒ කියන්නේ වර්ගමීටරයකට කිලෝවොට් 1 ක සූර්ය ශක්තියක් පොලව මතට පතිත වේ. මෙම නියත අගය G යනුවෙන් සංකේතවත් වන අතර, එය solar irradiance ලෙස හැඳින්වේ. මෙම ශක්ති ප්‍රමාණයෙනුත් 50% කට වැඩි ප්‍රමාණයක් අධෝරක්ත කිරණ ලෙසයි පතිත වන්නේ. 5% ක් වැනි ප්‍රමාණයක් තමයි පාරජම්බුල කිරණ ලෙස පවතින්නේ. ඉතිරි ප්‍රමාණය දෘෂ්‍යාලෝකයේ පවතින ශක්තිය වේ.

එහෙත් මෙම G අගය පොලොවේ තැනින් තැනට වෙනස් වෙන බවද මතක තබා ගන්න (මෙය පොදු දර්ශීය අගයක් පමණි). පොදුවේ ශ්‍රී ලංකාව (මුහුදුබඩ පෙදෙස්) සඳහා මෙම අගය $2kW/m^2$ පමණ වේ. සමකයේ සිට උතුරින් හා දකුණින් ධ්‍රැව ප්‍රදේශවලට යන විට ක්‍රමයෙන් මෙම අගය අඩු වෙනවා. ඊට හේතුව, සාමාන්‍යයෙන් සූර්යා ගමන් කරන්නේ සමක ප්‍රදේශයට මුදුන් වෙමින්ය (ඒකනේ සමකාසන්න රටවල රස්නය වැඩි). එවිට සූර්යාලෝකය ඍජුවම පොලොවට වැටේ. එහෙත් සමකයෙන් ඈත් වන විට, පොලොව ගෝලාකර නිසා ඉරු එලිය එම පෙදෙස්වලට වැටෙන විට, වැඩි දුරක් වායුගෝලය (air mass - AM) හරහා ගමන් කිරීමට සිදු වේ. එවිට, වැඩි ප්‍රදේශයක් පුරාවට වැටෙන්නේ සමකාසන්න ප්‍රදේශයකදී කුඩා ප්‍රදේශයක් පුරාවට වැටුණු ආලෝක ප්‍රමාණයමයි. ඒ කියන්නේ සමකයෙන් ඈත්වන්නට වන්නට ආලෝකය "දියාරු වේ". එම පෙදෙස්වල ඇඩි සීතල (හිමද සහිතව) පවතින්නේ මේ නිසාය (සූර්යාලෝකය මෙන්ම එහි ඇති රස්නයද අඩුවෙන් ලැබෙන නිසා).



සූර්යාලෝකය වායුගෝලයට ඇතුලු වීමට ආසන්න මොහොතේ කිසිදු වාතයක් තවමත් නැති නිසා එය air mass 0 (AM0) ලෙස සලකනවා. එම ආලෝකය ඍජුවම පොලොව මතට වැටුණ විට AM1 ලෙස සලකනවා. ඍජුව නැතිව ඇලවී ආලෝකය වැටෙන විට, වායුගෝලයේ වායු හරහා වැඩි දුරක් ගමන් කිරීමට සිදු වෙන නිසා AM අගය වැඩි වෙනවා (කෝණය වැඩි වන විට). AM1 හෙවත් 1 කෝණයේ කෝසයින් අගයෙන් බෙදූ විට, AM අගය ලැබෙනවා.



ඉර මුදුන් නොවී පවතින උදේ හා හවස් යාමයන්හිද මෙම අගය අඩුය. ශ්‍රී ලංකාව (හෝ ඕනෑම සමකාසන්න රටක්) සඳහා උදේ 6 සිට සවස 6 දක්වා දළ වශයෙන් පැය 12 ක් පමණ සූර්යාලෝකය ලැබුණත්, මෙම පැය දොළහ තුළ සූර්යාලෝකය සැරට ලැබෙන්නේ පැය 3 ක් 4 ක් පමණ කාලයක් සඳහා පමණි. ඉතිං සූර්ය පැනල සවි කිරීමේදී මෙම කාරණා මතක තබා ගත යුතුයි. එනිසා දවස පුරා ලැබෙන සියලු ආලෝක මට්ටම් සැලකිල්ලට ගෙන ගණිතානුකූලව සූර්යකෝෂයට අච්චර පැය ගණනක් හොඳින් සූර්යාලෝකය ලැබෙනවා යනුවෙන් දර්ශීය අගයක් දිය හැකියි. මෙය පැය ගණන full sun hours ලෙස හැඳින්වෙනවා. උදාහරණයක් ලෙස ෆුල් සන් අවර්ස් අගය 5 නම්, ඉන් කියන්නේ එම ස්ථානයෙහි තබා ඇති සූර්යකෝෂයකින් මුලු දවසටම නිපදවන විදුලි ශක්තිය සමාන වන බව එම සූර්යකෝෂයට හොඳින් සූර්යාලෝකය පැය 5 ක් ලබා දුන් විට නිපදවන ශක්ති ප්‍රමාණයට. ඒ කියන්නේ, එම ස්ථානයේ දවස පුරාම ලැබෙන සූර්යාලෝක ශක්තිය සමානයි මධ්‍යාහ්න වෙලාවේ තිබෙන ඉරු ශක්තිය පැය 5 ක් පායා තිබුණොතින් ඉන් ඇති වන ශක්තියට. මෙම අගය ප්‍රායෝගිකව ගණනය කරන්නේ මෙසේය. යම් තැනක සූර්යකෝෂයක් තබා, ඉන් සම්පූර්ණ දවස පුරාම ලබාගත් මුලු ශක්ති ප්‍රමාණය (kWh) බෙදන්න එම කෝෂයෙන්ම ඉතා සැරටම සූර්යාලෝකය ලැබෙන එක් පැයක් තුළ ලබාගත් ශක්ති ප්‍රමාණයෙන්.

සූර්යා අහසේ මුදුන් නොවී ඇති විටද (උදේට හා හවසට), අපට (සෞම්‍ය) ආලෝක මට්ටමක් ලැබේ. මෙය විසිරිත ආලෝකය (diffused light) නම් වේ. වලාකුලු සහිත අවස්ථාවකද විසිරිත ආලෝකය ලැබේ. සාමාන්‍යයෙන් සූර්යකෝෂ විසිරිත ආලෝකය මඟින් හොඳින් ක්‍රියාත්මක නොවේ. හොඳින් ආලෝකය ඇති අවස්ථාවක නිපදවන විදුලි ප්‍රමාණයෙන් 20% ක් පමණ නිපැදවේවි විසිරිත ආලෝක මට්ටමක් යටතේ.

සෑම ද්‍රව්‍යකම පාහේ ප්‍රකාශ-විද්‍යුත් ආචරණය සිදු විය හැකියි. එහෙත් ඒ සඳහා එක් එක් ද්‍රව්‍ය මත පතිත විය යුතු විකිරණයේ සංඛ්‍යාතය වෙනස්ය. ඇත්තටම රේඩියෝ තරංග වැටීමෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන ඉවත් වන ද්‍රව්‍යයක් තවම හමු වී නොමැත (මා දන්නා තරමින්). අධෝරක්ත, දෘෂ්‍ය ආලෝකය, හා පාරජම්බුල කිරණ වැටීමෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන ඉවත් වන ද්‍රව්‍යය නිපදවා ඇති අතර, මේවා තමයි සූර්ය කෝෂ නිපදවීමට යොදා ගන්නේ.

දැනට පවතින සූර්යකෝෂ මඟින් මුලු සූර්ය ශක්තියෙන් (වර්ගමීටරයට කිලෝවොට් එක), 20% කට අඩු ප්‍රමාණයක් පමණයි විදුලි ශක්තිය බවට පරිවර්තනය කරන්නේ. මෙය සූර්යකෝෂ කාර්යක්ෂමතාව (solar cell efficiency) ලෙස හැඳින්වේ (එනම් හොඳින් සූර්යාලෝකය තිබෙන විට ලැබෙන වර්ගමීටරයට කිලෝවොට් එකක ශක්තියෙන් කොපමණ ප්‍රමාණයක විදුලි වොට් ගණනක් කෝෂය මඟින් නිපදවිය හැකිද යන වග). මේ මොහොත වන විට, ජර්මනියේ ආයතනයක් විසින් 47% ක් පමණ කාර්යක්ෂමතාවක් සහිත කෝෂ සාර්ථකව අත්හදා බලා ඇත (මේවා වෙළඳපොලට එන්නට කාලයක් ගත වනු ඇත).

විවිධ උපක්‍රම යොදමින් මෙම කාර්යක්ෂමතාව වැඩි කිරීමට පර්යේෂණ සිදු කෙරෙමින් පවතී. ඉන් එක් ක්‍රමයක් නම්, සූර්යාලෝකයේ පවතින විවිධ සංඛ්‍යාතයන්ගේ විශාල පරාසයක් පුරාම ක්‍රියාත්මක වන ද්‍රව්‍ය නිපදවීමයි (එනම් අධෝරක්ත, දෘෂ්‍යාලෝකය, හා පාරජම්බුල යන සියලු තරංගවලින් ශක්තිය නිපදවීම). තවත් ක්‍රමයක් නම්, කාච (lens) මඟින් ආලෝකය සූර්යකෝෂය මතට සංකේන්ද්‍රණය (concentration) කිරීමයි. (මෙය "සූර්යන් ගණන" (suns) යන ඒකකයෙන් මැනේ. ඒ කියන්නේ යම් සූර්යකෝෂයක් තිබිය හැකියි 20 suns ලෙස දක්වමින්. ඉන් කියන්නේ කාච මඟින් සූර්යාලෝකය සංකේන්ද්‍ර කර තිබෙන ප්‍රමාණය කොතරම්ද යත්, එම කෝෂයට දැනෙන්නේ සූර්යන් 20 ක් පායා ඇති බවයි.)

සූර්ය පැනල නිපදවන විට, එහි වියදම, යොදාගන්නා ද්‍රව්‍යවල කාර්යක්ෂමතාව, එහි බර, එහි සයිස් එක ආදී විවිධ සාධක ගණනාවක් පවතිනවා. එනිසා අච්චර සයිස් එකේ පැනලයකින් මෙච්චර ශක්තියක් නිපදවනවා යැයි එකවර කිව නොහැකියි. සූර්ය පැනලය පවතින උෂ්ණත්වයද තවත් සාධකයක්. සාමාන්‍යයෙන් උෂ්ණත්වය වැඩිවන විට, පැනලයේ කාර්යක්ෂමතාව අඩු වේ. එහෙත් එසේ නොවන පැනලද (එනම් උෂ්ණත්වයට ඔරොත්තු දෙන) නිපදවා තිබෙනවා. මෙවැනි හේතු නිසා තමන්ට

ගැලපෙන පැනලය තෝරා ගැනීමට සිදු වේ.

සූර්ය පැනලයක සම්මත වොට් අගයක් (STC (Standard Test Condition) Wattage හෙවත් nameplate Wattage) සඳහන් කර තිබුණත්, ප්‍රායෝගිකව එම අගය හැමවිටම ලැබෙන්නේ නැත. එනිසා ප්‍රයෝගික තත්ව යටතේ ලබාගත හැකි අගය (PTC – Practical Test Condition) යනුවෙන් සමහර නිෂ්පාදකයන් දක්වනවා. (මෙම අගය අනිවාර්යෙන්ම STC අගයට වඩා අඩු විය යුතු බව ඔබට දැනෙනවා නේද?)

සාමාන්‍යයෙන් සූර්ය පැනල භාවිතා කරන විට, ඉන් නිපදවෙන විදුලියෙන් බැටරියක් චාජ් කෙරේ. දවල් වරුවේදී සූර්යාලෝකයෙන් නිපදවූ විදුලිය සූර්යා නැති විටත් (රෑට) භාවිතයට ගත හැක්කේ මේ නිසාය. මෙලෙස තමන් නිපදවන විදුලිය තමන්ට පමණක් ප්‍රයෝජනයට ගත හැකි වන සේ සැකසූ සූර්යකෝෂ පද්ධති (isolated systems) තමයි තවමත් ලංකවේ පවතින්නේ. එහෙත් බොහෝ රටවල සූර්යකෝෂයකින් ලැබෙන බලය බැටරියකට සම්බන්ධ නොකර කෙලින්ම භාවිතයට ගත හැකි අතර (grid-connected/interactive systems), එසේ භාවිතා කරන විට වැඩිපුර ඉතිරිවන විදුලිය විදුලිබල ආයතනයට (ලංකාවේ විදුලි බල මණ්ඩලය වැනි) ලබා දිය හැකියි (එසේ ලබාදෙන/විකුණන විදුලි ශක්තියට විදුලි ආයතනයෙන් ගෙවනවා).

සූර්ය කෝෂයකින් සේම බැටරියකින් අපට ලැබෙන්නේද ඩීසී විදුලියක්. එනිසා එය ටීවී ආදී ගෙදරදොර පාවිච්චි කරන ඒසී විදුලියෙන් ක්‍රියාත්මක වන උපකරණවලට සැපයීමට පෙර මෙම ඩීසී විදුලිය ඒසී කර ගත යුතුය. ඒ සඳහා භාවිතාවන උපකරණය inverter ලෙස හැඳින් වෙනවා (ඩීසී විදුලිය ඒසී කරන්නේ ඉන්වර්ටර් එකකින් බව ඔබ මීන් පෙර ඉගෙන තිබෙනවා). මෙම ඉන්වර්ටරයෙන් පිට කළ යුත්තේ වෝල්ට් 230 කින් හා හර්ට්ස් 50 කින් යුතු විදුලියක් (මොකද එම උපකරණ සාදා තිබෙන්නේ එවැනි විදුලි සැපයුමක් සමග වැඩ කිරීමටයි). සූර්යකෝෂවලට පසුව වැඩිපුරම මුදලක් වැය වන්නේ මෙම ඉන්වර්ටරයටයි. අවශ්‍යතාවේ හැටියට විවිධ වර්ගයේ ඉන්වර්ටර් ඇත.

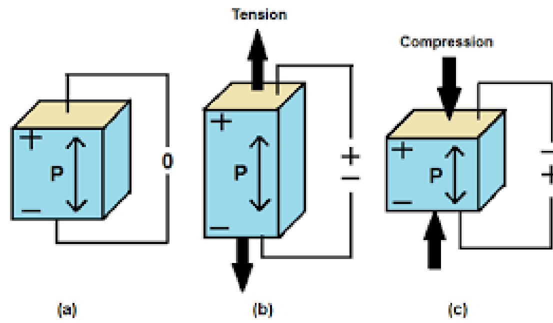
එහෙත් ඔබ සූර්යකෝෂ එකක් හෝ කිහිපයක් ඔබේම පරිපථයකට යොදනවා නම්, ඉන්වර්ටර් අවශ්‍ය නැත (එහෙත් සූර්යකෝෂයෙන් ලැබෙන විදුලිය ස්ථාවර කිරීමට පරිපථ කොටසක් අවශ්‍ය විය හැකියි). සූර්ය ශක්තියෙන් ක්‍රියා කරන කැල්කියුලේටර් වැනි ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් උපකරණවල සිදු කර ඇත්තේ මෙයයි.

බොහෝ රටවල සූර්ය පැනල සවි කර ගැනීමට එම රටවල ආණ්ඩු විසින් දිරිමත් කරනවා. ඒ සඳහා ණය, ලීසිං පහසුකම් පවා සපයා දෙනවා. ඒ විතරක්ද නොවේ, නිවසක සවි කරන සූර්ය පැනලයකින් නිපදවන අතිරික්ත විදුලිය ඔවුන් මිල දී ගන්නවා තරමක වැඩි මුදලකට (පාරිභෝගිකයන්ට සහනයක් ලෙසයි මෙලෙස වැඩි මුදලක් ගෙවන්නේ). ශ්‍රී ලංකාව තුළ තවමත් මේ කිසිම දෙයක් සිදු වන්නේ නැති බවද කණගාටුවෙන් වුවද කිව යුතුය.

සටහන
සූර්යාලෝකය වැටීමෙන් ඉහත කී ලෙස විදුලිය නිපදවිය හැකි සේම, තවත් සංසිද්ධි සිදු විය හැකියි තවත් ද්‍රව්‍යවල. උදාහරණයක් ලෙස, යම් යම් ද්‍රව්‍ය තිබෙනවා ආලෝකය වැටෙන විට තමන්ගේ සන්නායකතාව/ප්‍රතිරෝධකතාව වෙනස් කර ගන්නා (මීට පෙර කතා කළ LDR උපාංගය තුළ තිබුණේ මෙම ගුණාංගයයි).

පීසෝ විදුලිය හා පීසෝ විද්‍යුත් ආවරණය

විදුලිය නිපදවිය හැකි තවත් ආකාරයක් නම්, පීසෝ (piezo material) ලෙස හැඳින්වෙන ද්‍රවයක් පීඩනයට ලක් කිරීමයි. එවිට, යොදන පීඩනයට සමානුපාතිකව එහි විදුලියක් හටගන්නවා. මෙය පීඩ විද්‍යුත් ආවරණය (piezo-electric effect) ලෙස හැඳින්වෙනවා. පීසෝ යන ග්‍රීක වචනයේ තේරුමත් "තෙරපුම" යන්නයි.



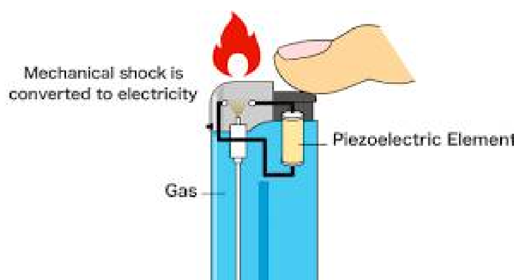
මෙලෙස සෑදෙන විදුලිය පීසෝ-විදුලිය (piezo-electricity) ලෙස හැඳින්විය හැකියි. මෙම විදුලිය සාමාන්‍යයෙන් ඒසී වේ. ඊට හේතුව, පීසෝ කැබැල්ල *ඇතුලට තෙරපූ විට (compression)*, විදුලිය ගමන් කරන්නේ යම් දිශාවකටද, එම දිශාවට විරුද්ධ පැත්තට විදුලිය ගමන් කරනවා පීසෝ කැබැල්ල *පිටතට ඇද්ද විට (tension)*.

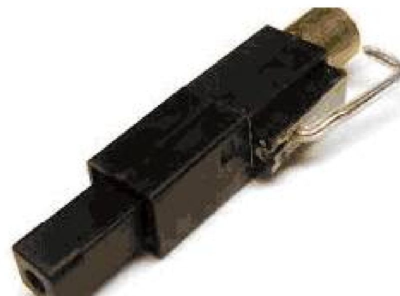
විශේෂයෙන් පරිපථවල හා කුඩා උපකරණවල ප්‍රයෝජනවත් කටයුතු සඳහා මෙම විදුලිය හා පීසෝ විද්‍යුත් ආවරණය භාවිතයට ගත හැකියි. පීසෝ මයික් උදාහරණයක් ලෙස ගත හැකියි (ශබ්දය නිසා ඇතිවන ඉතා සියුම් පීඩනයකින් වුවද පීසෝ කැබැල්ලකින් විදුලියක් ඇති කරවයි).

යම් තැනක නිරන්තර චලන/පීඩන ඇති වන්නේ නම්, එවැනි ස්ථානවලින් පීසෝ විදුලිය නිපදවිය හැකියි. උදාහරණ ලෙස, ඇවිදින විට විදුලිය නිපදවෙන සපත්තු සාදා තිබෙනවා. තවද, ඇවිදීමට තනා ඇති පදිකවේදිකා (පේව්මන්ට්) වලට පීසෝ කැබැලි සවි කර ඒවා මත මිනිසුන් ඇවිදගෙන යන විට විදුලිය නිපදවිය හැකියි. මේ ආදී ලෙස පීසෝ ක්‍රමයට විදුලිය නිපදවිය හැකි තව අවස්ථා ඔබත් කල්පනා කර බලන්න. එහෙත් පීසෝවිදුලියෙන් විශාල ශක්තියක්/ජවයක් නොලැබෙන බව සිහි තබා ගන්න.

පීසෝ කැබැල්ලකින් තෙරපුමක් ලබා දී විදුලිය නිපදවීම පමණක් නොව, ඊට භාහිරින් විදුලියක් ලබා දී පීසෝ කැබැල්ලේ තෙරපුමක්ද ඇති කරගත හැකියි. ඒ කියන්නේ පීසෝ කැබැලි දෙපසටම ක්‍රියාකාරියි වේ. මෙලෙස පීසෝ කැබැල්ල මත තෙරපුමක් ඇතිවූ විට, එහි හැඩය ඉතා සුලු වශයෙන් වෙනස් වේ. ඒ කියන්නේ විදුලි ශක්තිය දැන් යාන්ත්‍රික ශක්තියක් බවට පත්ව ඇත. සාමාන්‍ය විදුලි මෝටරයට අමතරව විදුලිය යාන්ත්‍රික ශක්තියක් බවට පත් කරන තවත් ආකාරයක් ලෙස මෙය සැලකිය හැකියි. පීසෝ ස්පීකර්/බසර් හා පීසෝ ඇක්චුවේටර් ක්‍රියාකරන්නේ මෙම මූලධර්මය මතයි.

තවද, විශේෂිත පීසෝ ද්‍රව්‍ය සාදා තිබෙනවා එකවර තෙරපුමක් ලැබුණු විට, අධික වෝල්ටියතාවක් නිපදවීමට. සිගරට් ලයිටර්වල (හෝ ලිප් පත්තු කිරීමට යොදාගන්නා එවැනි ලයිටර් උපකරණවල) මෙවැනි පීසෝ කැබැලි සවි කර තිබෙනවා. එවිට, ලයිටරයේ බටන් එක එකවර ඔබන විට, එම පීසෝ කැබැල්ල තෙරපී අධික වෝල්ටියතාවක් ඇති වේ. එම අධික වෝල්ටියතාව ගලා යන සන්නායකයේ අතරමඟ ඉතා කුඩා වාත හිඩැසක් ඇති කර ඇත. මෙම අධිවෝල්ටියතාව එම හිඩැසෙහි විදුලි පුළිඟුවක් ඇති කරයි (හරියට වාහනවල භාවිතා වන ස්පාක් ප්ලග් එක මෙන්).





සෝනාර් (sonar), ultrasound scanner වැනි උපකරණවල අධිසංඛ්‍යාත ශබ්ද (ultrasounds) ඇති කිරීමට යොදා ගන්නේද පීසෝ බසර් (piezo buzzer) ලෙස හැඳින්වෙන පීසෝ උපාංග වේ (සාමාන්‍ය පරිදි සාදන ස්පීකර් මේ සඳහා එතරම් ක්‍රියාකාරි නොවේ). ඒ විතරක්ද නොවේ, එවැනි අධිසංඛ්‍යාත කම්පන ග්‍රහණය කිරීමේ සෙන්සර් ලෙසත් පීසෝ යොදා ගනී. (මතකද පෙර සඳහන් කළා, විදුලියකින් කම්පනය ඇති කිරීමට මෙන්ම කම්පනයකින් විදුලිය ඇති කිරීමටද පීසෝවලට හැකි බව?) ඉතා තුනියට සෑදිය හැකි නිසා මොබයිල් ෆෝන් වැනි කුඩාවට සාදන උපකරණවල සාමාන්‍ය ස්පීකර් වෙනුවටද මෙවැනි පීසෝ බසර් භාවිතා කෙරෙනවා (ශබ්දය එතරම් කොලිටි නොවේ). කන් ඇසීම අඩු අය කනේ පළඳින hearing aid උපාංගවලද බොහෝවිට ඇත්තේ මෙවැනි පීසෝ බසර්ය (ඉතා කුඩාවට සෑදිය හැකි වීමත්, කුඩා විදුලියකින් වැඩි ශබ්දයක් නිපදවිය හැකි වීම ඊට හේතුවයි). විවෘත කරන විට ලස්සන සංගීතයක් අසෙන පරිදි සෑදූ සුභ පැතුම්පත්වලද ශබ්දය ඇති කිරීමට තිබෙන්නේ කුඩා පීසෝ බසරයකි.



පීසෝවල ඇති තවත් වැදගත් ලක්ෂණයක් නම්, වේගවත් වීමයි. එනම් විදුලිය සැපයූ විගස පීසෝ කැබැල්ලේ වෙනස්වීම ඉතාම සීඝ්‍රයෙන් සිදු වේ. 10000g තරම් ත්වරණයක් ලබා ගත හැකි පීසෝ ඇක්චුවේටර් තනා ඇත (10000g යනු g මෙන් 10000 ගුණයක් යනුයි; g යනු පොලොව මතුපිට ඇති ගුරුත්වජ ත්වරණය (gravity) වන $9.8ms^{-2}$ යන නියතයයි). ඒ අනුව 10000g යනු තත්පර වර්ගයට මීටර් 98000 ක් තරම් අති විශාල ත්වරණයකි. ඇත්තටම මෙම වේගය දැනෙන්නේ ගමන් කරන දුර ප්‍රමාණය වැඩි වන තරමටය. ඉතා කෙටි දුරවල් සඳහා මෙම වේගය එතරම් වේගයක් නොවේ (පහත සටහන බලන්න).

සටහන

ප්‍රවේගය හා ත්වරණය හා ඒ සම්බන්ධ තවත් න්‍යායන් ගැන පළමු පොතේ අතිරේකයේ විස්තර කෙරිණි. ත්වරණය, කාලය, හා ගමන් කළ දුර අතර පහත සූත්‍රයේ ආකාරයේ සම්බන්ධතාවක් තිබේ.

(ත්වරණය සහිතව ගමන් කළ මුලු දුර) = ½ (ත්වරණය)(කාලය)^2 $s = ½ at^2$

ඒ අනුව, ඉහත පීසෝ ඇක්චුවේටරයක් 98000 ක ත්වරණයක් සහිතව තත්පර එකක් තුළ ගමන් කරන මුලු දුර වන්නේ, $½ (98000)(1)^2 = 47,000$ මීටර වේ (කිලෝමීටර් 47 කි). තත්පර දෙකක් තුළ එම දුර $½ (98000)(2)^2 = 188,000$ මීටර (188 කිලෝමීටර්) වේ.

එහෙත් පීසෝ ඇක්චුවේටර් එතරම් දුරක් ගමන් කරන්නේ නැත. ඒවා කුඩාය. ඇත්තටම ඒවා ගමන් කරන්නේ මයික්‍රොමීටර් කිහිපයක් තරමේ දුරවල්ය. ඉහත සූත්‍රය අනුවම ඔබට දැන් එවැනි පීසෝ ඇක්චුවේටරයක් මයික්‍රොතත්පරයක දුරක් ගමන් කිරීමට ගත වන කාලය ගණනය කළ හැකියි.

1um (0.000001m) ක දුරක් ගමන් කිරීමට ගත වන කාලය = $((0.000001)/(0.5 \times 98000))^{1/2}$= 4.5uS

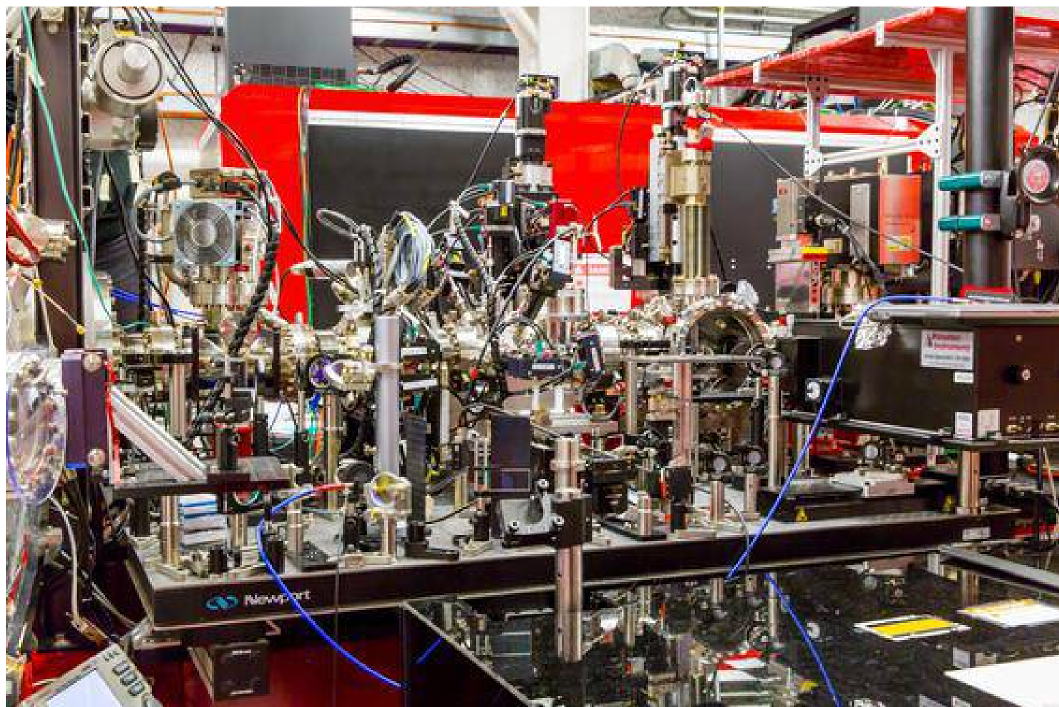
කිලෝමීටර් 47 ක් යන්නට එක තත්පරයක් ගත කළ එකම (එය තත්පරයට මීටර්වලින් ගත් කළ $47000ms^{-1}$ කි), මයික්‍රොමීටර් 1 ක් යැමට මයික්‍රොතත්පර 4.5 ක් (එය තත්පරයට මීටර්වලින් ගත් කළ

0.2ms^{-1} කි) ගත්තේය. කුඩා දුරවල් සඳහා පීසෝවල වේගය ඉබි ගමනක් බඳු බව පේනවා නේද? එහෙත් මෙම වේගය සමග අසීමාන්තික රෙසලූෂන් එකක් පැවතීම ඉතාම බලවත් වැදගත් ලක්ෂණයක්.

මීට අමතරව මයික්‍රොමීටර්, නැනෝමීටර් වැනි ඉතා කුඩා දුර ප්‍රමාණවලින් ඉතාම නිවැරදිව චලනය කිරීම් අවශ්‍ය අවස්ථාවන් (nanopositioning) උදෙසා පීසෝවලින් සැකසූ piezo actuators හා පීසෝ මෝටර් භාවිතා වේ. න්‍යායාත්මකව ඔබට අවශ්‍ය ඕනෑම කුඩා දුරක් පීසෝ ඇක්චුවේටරයකින් ලබා ගත හැකියි. ඒ කියන්නේ පීසෝ ඇක්චුවේටරයක resolution එකේ සීමා නොමැති බවයි (unlimited resolution). කිසිදු වෙනත් විදුලි මෝටරයකට මෙම හපන්කම කළ නොහැකියි.

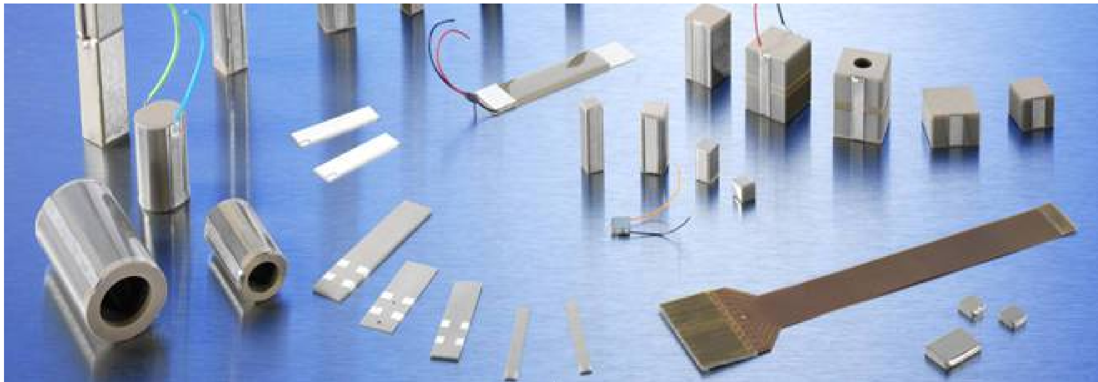
අසීමාන්තික රෙසලූෂන් එක නිසා මෙවැනි පීසෝ ඇක්චුවේටර් භාවිතා කරන යෙදවුමු ගණනාවක් ඇත. ඉතාම සියුම් හා පරිස්සම් සහගත ශල්‍යකර්මයන් සිදු කරන ඉලෙක්ට්‍රොනික් උපාංග, කැමරාවල ඔටෝෆෝකස් කරන කොටස, කැමරා ෂටර්වල, ෆයිබර් ඔප්ටික් කේබල් කපන (fiber cleaving) හා එම කේබල් මූට්ටු කරන (fiber splicing) උපකරණවල, ලේසර් උපයෝගී කරගන්නා විද්‍යාත්මක උපාංග, අතිප්‍රබල අන්වීක්ෂ, හා විද්‍යාත්මක උපාංග විශාල සංඛ්‍යාවක මෙවැනි පීසෝ ඇක්චුවේටර්/මෝටර් නැතිවම බැරි වී ඇත.

සාමාන්‍ය අපට නැනෝමීටරය වැනි ක්ෂුද්‍ර දුරවල් වැදගත් නොවුණත් විද්‍යාත්මක පර්යේෂණ කටයුතුවලට එය වැදගත් වේ. ලේසර් ආලෝකය ආදිය යොදාගෙන කරනු ලබන පර්යේෂණ ආදිය සිදු කරන්නේද පිටතින් ශබ්ද තරංගයක්වත් ඇතුලට නොඑන පරිසරවලයි. ඊට හේතුව එම සියුම් ශබ්ද තරංගය නිසා ඇති වන සිතාගත නොහැකි තරම් වූ කම්පනයන් නිසා නැනෝමීටර් හෝ ඊටත් අඩුවෙන් සිදුවිය හැකි දිගවල් වෙනස් වීම පවා පර්යේෂණ අවුල් කරයි. ඈත පාරක යන වාහනයක් නිසා පොලොව දිගේ පැමිණෙන එවැනිම සියුම් කම්පන පවා වැලැක්වීමට මෙවැනි ලේසර් මොඩ්‍යුල් හා කාච ආදිය තබා තිබෙන්නේ කම්පන උරා ගන්නා විශේෂිත මේස මතයි. ඉතිං එවැනි පර්යේෂණ මේසයක් මත ඇති කාචයක් සමහරවිට තිබෙන මට්ටමේ සිට නැනෝමීටරයක් උඩට එසවීමට සිදු වුවොත් මෙවැනි පීසෝ ඇක්චුවේටර් හැර කුමක් ප්‍රයෝජනයට ගන්නද?



එලෙසම අතිප්‍රබල අන්වීක්ෂයක් ගැන සිතා බලන්න. එවැනි අන්වීක්ෂයකින් බැක්ටීරියාවක් වුවත් යෝධයකු කර පෙන්වනවා. මෙවැනි අන්වීක්ෂවලදී බලනු ලබන ආදර්ශකය (specimen) එහාට මෙහාට කිරීමට සිදු වේ. එය කිසිසේත් අතින් කළ නොහැකි තරමේ සියුම් සීරුමාරු කිරීමකි. අනිවාර්යන්ම මෙවැනි පීසෝ මෝටර්/ඇක්චුවේටර් යෙදීමට සිදු වේ.

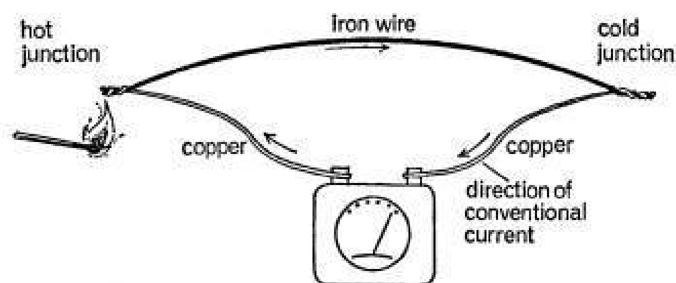
තවද, මෙම පීසෝ ඇක්චුවේටර් චුම්භක ක්ෂේත්‍ර යොදා නොගන්නා බැවින් භාහිරින් ඇති වන චුම්භක ක්ෂේත්‍රයන්ට සංවේදී නොවේ (එනිසා භාහිර ප්‍රබල චුම්භක ක්ෂේත්‍ර පවතින ස්ථානවලට සාමාන්‍ය චුම්භක යොදා තනනු ලබන මෝටර් යෙදීමට නොහැකි වන බැවින්, මෙවැනි පීසෝ මෝටර් ඊට උචිතය). තවද, මේවායේ එකිනෙකට ඇතිල්ලෙන කොටස් (ගියර් හා බෙයාරිං වැනි) නැති බැවින්, ගෙවී යෑම්ද නොමැත.



කෙසේ වෙතත් සෑම පීසෝ කැබැල්ලක්ම (එනිසා සෑම පීසෝ උපකරණයක්ම) ක්‍රියාත්මක වීමට උපරිම උෂ්ණත්වයක්ද (Curie temperature) ඇත. මෙම උෂ්ණත්වය ඉක්මවා ගිය විට, පීසෝවල පීසෝ ආවරණය අහෝසි වී යයි.

තාපජනක විදුලිය හා තාප විද්‍යුත් ආවරණය

විදුලිය නිපදවන තවත් ආකාරයක් නම්, එකිනෙකට වෙනස් සන්නායක දෙකක් (උදාහරණ ලෙස, තඹ හා ඇලුමිනියම්) පහත ආකාරයට සකසා ගැනීමයි. එහි එක් සන්ධියක් වැඩි උෂ්ණත්වයකද, අනෙක් සන්ධිය ඊට අඩු උෂ්ණත්වයකද තැබූ විට, සන්නායක දෙකළවර ඊට අනුරූපව යම් විදුලියක් හටගනී. උෂ්ණත්ව වෙනස විශාල වන විට, ජනනය වන විදුලිය විශාල වේ. එක් සන්ධියකට සිසිලද අනෙකට උණුසුමද දිගටම නොවෙනස්ව දුන් විට, එකම දිශාවට ඩීසී විදුලියක් හට ගනී. සිසිල-උණුසුම සන්ධි දෙකට මාරු කර ලබා දුන් විට, විදුලිය විරුද්ධ පැත්තට ගමන් කරයි.



මෙම සංසිද්ධිය පෙල්ටියර් හා සීබෙක් යන දෙදෙනෙකු විසින්ම වෙන වෙනම අධ්‍යනය කර වෙන වෙනම පැහැදිලි කරන ලදි. එනිසා, මෙම සංසිද්ධිය පෙල්ටියර් ආවරණය (Peltier effect) හා සීබෙක් ආවරණය (Seebeck effect) යන නම්වලින් හැඳින්වේ. පොදුවේ තාප විද්‍යුත් ආවරණය (thermo-electric effect) යනුවෙන්ද මෙය හැඳින්වේ.

ඇත්තටම ඉහත පීසෝ විදුලියේදී පැවසූ දෙයම මෙහිදීද අදාල වේ; එනම්, සන්ධි දෙකෙහි උෂ්ණත්ව වෙනසක් ඇති කළ විට, විදුලියක් හටගන්නවා සේම, මෙවැනි ඇටවුමක් හරහා යම් විදුලි ධාරාවක් ගමන් කර වූ විට, සන්ධි දෙකෙහි යම් උෂ්ණත්ව වෙනසක්ද ඇති වේ (එනම්, එක් සන්ධියක් රත් වන අතර, අනෙක් සන්ධිය සිසිල් වේ). ඇත්තටම පෙල්ටියර් අධ්‍යනය කළේ මෙයයි. සීබෙක් අධ්‍යනය කළේ අනෙකයි (එනම්, උෂ්ණත්ව වෙනසකින් විදුලිය හටගැනීම). එහෙත් අවසානයේදී මේ දෙකම එකම සංසිද්ධියක් බව තේරුම් ගත්තා. ඒ අනුව, යවන විදුලි ධාරාව විශාල වන විට, උෂ්ණත්ව වෙනසද විශාල වේ. විදුලි ධාරාවේ දිශාව වෙනස් කළ විට, පෙර උණුසුම ඇති කළ සන්ධියෙන් සිසිලද, පෙර සිසිල ඇති කළ සන්ධියෙන් දැන් උණුසුමද ලැබේ.

පෙල්ටියර් ආවරණය උපයෝගී කරගෙන ශීතල ඇති කිරීම thermoelectric cooling, Peltier cooling යන නම්වලින් හැඳින් වේ. එය සිදු කිරීමට (එනම් පෙල්ටියර් ආවරණයෙන් සිසිල ඇති කිරීමට) සාදා තිබෙන උපාංගය Peltier cooler, thermoelectric cooler (TEC) යන නම්වලින් හැඳින්වේ. මේ සමගම මතක තබා ගත යුතු දෙය නම්, ඉහත කියූ ආකාරයට සිසිල ලැබෙන අතරම අනෙක් සන්ධියෙන් උණුසුමද ලැබේ (thermoelectric heating, Peltier heating). සිසිල වෙනුවට උණුසුම භාවිතාවට ගන්නේ නම්, කූලර් ලෙස ඉහත හැඳින්වූ උපාංගයම Peltier heater, thermoelectric heater යන නම්වලින්ද හැඳින්විය හැකියි. කුමක් ප්‍රයෝජනයට ගත්තත් මෙම උපාංගයම පොදුවේ thermoelectric heat pump, solid-state heat pump, Peltier device/module, thermoelectric module යන නම්වලින්ද හැඳින්වේ. පහත දැක්වෙන්නේ පෙල්ටියර් මොඩ්‍යුලයකි.



එක් තැනක තිබෙන උෂ්ණත්වය තවත් තැනකට රැගෙන යෑම heat pumping ලෙස හැඳින්විය හැකියි. එවිට, උෂ්ණත්වය ඉවත්වන ස්ථානය ක්‍රමයෙන් සිසිල් වන අතර, උෂ්ණත්වය එක්රැස් වන ස්ථානය ක්‍රමයෙන් රත් වේ. පෙල්ටියර් මොඩ්‍යුලයද ඒ අනුව හීට් පම්ප් එකකි.

ඇත්තටම පෙල්ටියර් මොඩ්‍යුල් එකක් හැමවිටම වාගේ භාවිතයට ගන්නේ සිසිල ඇති කිරීම සඳහාය (උණුසුම ඇති කිරීමට මීට වඩා ඉතා අනර්ඝ ක්‍රම පවතින නිසා). පෙල්ටියර් මොඩ්‍යුල් මඟින් (කුඩා) ශීතකරණද නිපදවා තිබේ. සාමාන්‍ය ශීතකරණ කම්ප්‍රෙෂර් මෝටර්, කන්ඩෙන්සර් ආදි කොටස් නිසා ශීතකරණ ප්‍රමාණයෙන් විශාල වන අතර, පෙල්ටියර් ක්‍රමයේදී මේ කිසිවක් නොමැති නිසා ඉතා කුඩාවට ශීතකරණ සෑදිය හැකියි. එහෙත් ඇත්තටම මෙම ක්‍රමයෙන් සිසිල (හා උණුසුම) ඇති කිරීමට විදුලි ශක්තිය වැඩියෙන් වැය වේ. ඒ කියන්නේ පෙල්ටියර් මොඩ්‍යුල් ඉතා අකාර්යක්ෂම උපාංගයකි.

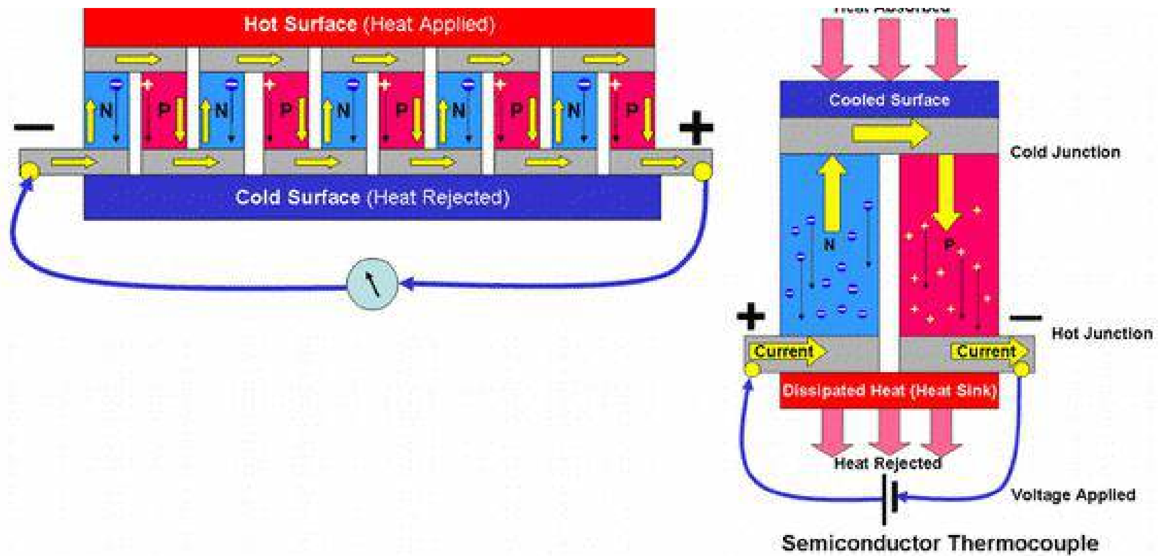
පෙල්ටියර් මොඩියුල් විදුලිමය වශයෙන් අකාර්යක්ෂම බව ඉහත සඳහන් කෙරිණි. ඉන් කියන්නේ සිසිලක් ඇති කිරීමට අවශ්‍ය විට, පෙල්ටියර් මොඩියුලකට වඩා ඒසී හෝ ෆ්‍රිජ් එකක් යෙදීමෙන් විදුලිය ඉතිරි කර ගත හැකි බවයි. එහෙත් ඒසී හෝ ශීතකරණ හෝ එම තාක්ෂණය යෙදිය හැක්කේ තරමක විශාල තැන් සඳහායි. අත්ල මත තබා ගත හැකි තරමේ කම්ප්‍රෙසර් යොදා ඇති ෆ්‍රිජ් දක්නට නැත්තේ ඒකයි. එහෙත් අත්ල මත තබා ගත හැකි තරමේ කුඩා ෆ්‍රිජ් පෙල්ටියර් මොඩියුල්වලින් සෑදිය හැකියි. තවද, ඒසී/ෆ්‍රිජ් චලනයන්ට ඔරොත්තු නොදේ. ඒ කියන්නේ ප්ලේන් එකක, වාහනයක හෝ කැරකෙන, ගැස්සෙන තැන්වලට කම්ප්‍රෙෂර් මෝටර් අඩංගු සාමාන්‍ය ඒසී/ෆ්‍රිජ් යෙදිය නොහැකි වුවත් පෙල්ටියර් මොඩියුල්වලට එය කිසිදු ප්‍රශ්නයක් නොවේ. තවද, පෙල්ටියර් මොඩියුල් බරින්ද ඉතා අඩුයි සාමාන්‍ය ඒසී/ෆ්‍රිජ්වලට වඩා. ඉතිං මෙවැනි විශේෂිත අවස්ථාවලදී පෙල්ටියර් මොඩියුල් හොඳින් ගැලපෙනවා ඒවා විදුලිමය වශයෙන් අකාර්යක්ෂම වුවත්.

පෙල්ටියර් මොඩියුලයකින් කරන්නේ තාපය පොම්ප කිරීම බව ඔබ දැන් දන්නවා. සිසිල හෝ තාපය ඊට සපයන විදුලිය විසින් අමුතුවෙන් නිපදවන්නේ නැත. එනිසා, අච්චර විදුලි ශක්ති ප්‍රමාණයකට මෙච්චර තාපයක්/සිසිලක් නිපදවයි යනුවෙන් පැවසිය නොහැකියි. එනිසා සාමාන්‍යයෙන් කාර්යක්ෂමතාව යන සංකල්පය පෙල්ටියර් මොඩියුල්වලට යොදන්නේ නැත. මොකද එය විදුලි ශක්තියක් ලබා ගත්තත්, ඉන් (අපට අවශ්‍ය හා මනිනු ලබන) තවත් ශක්තියක් බවට පරිවර්තනය කරන්නේ නැත. මෙය පෙල්ටියර් මොඩියුලවලට පමණක් නොව, ඕනෑම හීට් පම්ප් උපාංගයකටම පොදු ලක්ෂණයකි.

එනිසා, කාර්යක්ෂමතාව වෙනුවට කාර්යසාධන සංගුණකය (Coefficient of Performance – COP) යන සාධකයි අප යොදා ගන්නේ හීට් පම්ප් ගැන කතා කිරීමේදී. මීට හේතුව ඔබ දැන් භාගෙට දනී. හේතුවෙන් ඉතිරි භාගය මෙයයි. හීට් පම්ප් එකක් කරන්නේ තාපය එක් තැනකින් තවත් තැනකට ප්‍රවාහනය කිරීමයි. ඊට තාපය විවිධ ප්‍රමාණවලින් ප්‍රවාහණය කළ හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස පෙල්ටියර් මොඩියුලයට යම් අවස්ථාවක සපයන විදුලි ශක්තිය වොට් 10 ක් යැයි සිතන්න. මෙවිට, එය විසින් වොට් 20 ක පමණ තාප ශක්තියක් එක් පැත්තක සිට තවත් පැත්තකට හුවමාරු කර තිබෙනවා යැයිද සිතන්න. බැලූ බැල්මට මෙය සිදු විය නොහැකියි යැයි කෙනෙකුට සිතෙනු ඇත. ලබා දුන් ශක්තිය/ජවයට වඩා කොහොමද වැඩිපුර ශක්තියක්/ජවයක් ඇති කළේ යනුවෙන් ප්‍රශ්න කළ හැකියි. එම තර්කය නිවැරදි වන්නේ හීට් පම්ප් එක විසින් තමන්ට ලබා දුන් වොට් 10 ශක්තියෙන් වොට් 20 ශක්තිය <u>නිපද වූවා</u> නම් පමණි. එහෙත් මෙහිදී වොට් 20 තාපය නිපදවපු එකක් නොවේ. තවත් තැනක තිබුණු දෙයක් වෙනත් තැනකට <u>ගෙනත් දැමීමක්</u> පමණි. එසේ තාපය රැගෙන යාමට තමයි හීට් පම්ප් එක ශක්තිය වැය කළේ. එය ප්‍රවාහනය කිරීමේ ශක්තියයි. මෙම ප්‍රවාහනය කිරීමේ ශක්තිය තමයි අනිවාර්යයෙන්ම ඉන්පුට් කළ ශක්තියට සමාන (හෝ ඊට අඩු) විය යුත්තේ. එහෙත් හීට් පම්ප් එකේ ප්‍රවාහනයට වැය වූ ශක්තියක් ගැන අප සඳහන් කළේ හෝ කරන්නේ නැත.

මෙය සරල උපමාවකින් පැහැදිලි කළ හැකියි. ලොරියක් ගැන සිතන්න. එක් තැනක සිට තවත් තැනකට බඩු රැගෙන යාමට රුපියල් 100 ක් වැය වෙනවා යැයි සිතන්න. දැන් එම ලොරියේ පෙට්ටි තුළ ගබඩා කර මං රුපියල් කෝටිය 100 ක් යවනවා. මෙම කෝටි 100 අර ප්‍රවාහනයට වැය වූ රුපියල් 100 න් බිහිවූවක් නොවෙයි නේද? ප්‍රවාහනයට වැය වූ තෙල් ආදිය තමයි අර 100 න් ආවරණය වූයේ. ඒ අනුව cop යන්නෙන් කියන්නේ හීට් පම්ප් එකට ලබා දෙන වොට් එකකින් කොපමණ තාප ශක්තියක් ප්‍රවාහණය කළාද යන්නයි.

පේල්ටියර් මොඩියුල් සාමාන්‍යයෙන් සාදන්නේ අර්ධ සන්නායක වලින්ය (ඩයෝඩ, ට්‍රාන්සිස්ටර් සාදන්නේද අර්ධ සන්නායකවලින්ය). පෙල්ටියර් ආවරණයට අවශ්‍ය කරන වෙනස් සන්නායක දෙක ලෙස p වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයකුත් n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයකුත් යොදා ගන්නවා. අපට අවශ්‍ය අවශ්‍ය විදියට මාත්‍රණය වෙනස් කිරීමෙන් සන්නායකතාව වෙනස් කර ගැනීමේ හා පහසුවෙන් ඉක්මනින් මෙවැනි උපාංග සෑදීමේ හැකියාව යන ප්‍රායෝගික කරුණු නිසයි මෙලෙස අර්ධ සන්නායක යොදා ගන්නේ.



ඉහත (දකුණු පැත්තේ රූපයේ) ආකාරයේ අර්ධ සන්නායක කැබැලි දෙකකින් සාදා ගන්නා කුඩා කොටසක් couple එකක් යනුවෙන් හැඳින් වෙනවා. මෙවැනි කපල් විශාල ගණනක් ශ්‍රේණිගතව සම්බන්ධ කිරීමෙන් තමයි විශාල (වැඩි තාප ප්‍රමාණයක් පම්ප් කළ හැකි) පෙල්ටියර් මොඩ්‍යුල් සාදන්නේ (වම් පැත්තේ රූපය).

ඉහත කියූ ලෙසට විශාල මොඩ්‍යුල් සෑදුවත් එහිද ප්‍රායෝගික සීමාවක් ඇත. එනම් අපට ඕන ඕන තරම් විශාලව ඒවා සෑදීම උචිත නොවේ. ඊට හේතුව මෙයයි. මොඩ්‍යුලයේ එක් පැත්තක් ගොඩක් සිසිල් වන අතර අනෙක් පැත්ත ගොඩක් රත් වේ. ඕනෑම දෙයක් සිසිල් වීමේදී සංකෝචනය වන බවද, රත් වීමේදී ප්‍රසාරණය වන බවද ඔබ දන්නවා. ඉතිං කපල් ගණන වැඩි වන්නට වන්නට (එනම් මොඩ්‍යුලය විශාල වන විට) ප්‍රසාරණ/සංකෝචන බලපෑම ඒ අනුව වැඩි වේ. එවිට, මොඩ්‍යුලයේ p, n සන්ධි ඇඹරී යයි; බුරුල් වී යයි. මෙය වැලැක්වීමට තමයි මෙම ඇඹරීම ප්‍රශ්නයක් ඇති නොවන මට්ටමට පවත්වාගෙන යා හැකි තරමේ ප්‍රමාණයට පමණක් උපරිම තාපයක් පවතිනු පිණිස මොඩ්‍යුල කුඩාවට සාදන්නට උනන්දු වන්නේ.

පෙල්ටියර් මොඩ්‍යුලයේ ඇති කප්ල් ගණන් වැඩි වන විට හා මොඩ්‍යුලය හරහා යවන ධාරාව වැඩි කරන විට, පම්ප් කරන තාප ප්‍රමාණය වැඩි වේ. තවද, සිසිල් පැත්තේ හා උණුසුම් පැත්තේ පවතින උෂ්ණත්ව වෙනස වැඩි වන විටත්, තාපය වැඩි වැඩියෙන් ප්‍රවාහනය වේ.

ඉහත කියූ ලෙස, ක්‍රමයෙන් ධාරාව වැඩි කරගෙන යන විට, වැඩි වැඩියෙන් තාපය ප්‍රවාහනය විය යුතුය. එහෙත් මෙහිදී තවත් සිදුවීමක් වේ. එනම් ජූල් තාපන සංසිද්ධියයි. ධාරාව ක්‍රමයෙන් වැඩි කරනවා යනු ජූල් තාපනය නිසා සන්නායක කොටස් විසින් වැඩි වැඩියෙන් තාපය අමුතුවෙන් ජනනය වන්නට පටන් ගැනීමයි. මෙවිට සිදු වන්නේ තාපය පම්ප් වීමක් නොවේ, සපයන ධාරාව විසින් තාපය ජනනය වීමකි. එක අතකින් ඉන් කියන්නේ සපයන විදුලි ශක්තියෙන් කොටසක් අපතේ යන බව හා අනෙක් පැත්තෙන් නැති උණුසුමක් අමුතුවෙන් ඇති වෙන බවකි. මෙය පෙල්ටියර් මොඩ්‍යුලයේ ක්‍රියාකාරිත්වය ආපස්සට හරවයි. මින් අදහස් කෙරෙන්නේ මොඩ්‍යුලයට මෙම ජූල් තාපන ක්‍රියාවලිය කරදරයක් නොවන මට්ටමට පවත්වා ගෙන යෑමට තරම් ප්‍රමාණවත් ධාරාවක් යැවිය යුතු බවයි. ඒ කියන්නේ යැවිය හැකි උපරිම ධාරාවක් (I_{max}) ඇත.

Imax ප්‍රමාණය යවන විට, මොඩ්‍යුලය විසින් පම්ප් කරන තාප ප්‍රමාණය Qmax ලෙස සංකේතවත් කෙරේ. ඒ අනුව Qmax යනු මොඩ්‍යුලය පම්ප් කරන උපරිම තාප ප්‍රමාණයයි. තවද, මෙම උපරිම තාප ප්‍රමාණය ප්‍රවාහනය කරන මොහොතේ (එනම් උපරිම ධාරාව යන මොහොතේ) මොඩ්‍යුලයේ අග්‍ර දෙක දෙපස පවතින විභවය Vmax වේ. තවද, මොඩ්‍යුලය භාවිතා කළ හැකි උපරිම උෂ්ණත්වයක්ද ඇත. ඊට වඩා වැඩි උෂ්ණත්වයක් සහිතව යෙදූවොත් මොඩ්‍යුලය ක්‍රමයෙන් විනාශ වේ.

ලෝකයේ බල ශක්ති නිෂ්පාදනයේදී හා පරිභෝජනයේදී 50% කට වැඩියෙන් තාපය ජනනය වේ. ඉන්ධන වලින් දුවන සෑම එන්ජිමකින්ම (Internal Combustion Engine - ICE) 50% කට වැඩිය නිපදවන්නේ තාපයයි (ඒ කියන්නේ ඔබේ වාහනයට දමන තෙල්වලින් අනිවාර්යෙන්ම භාගයකට වැඩිය අපතේ යයි; ඇත්තටම වාහන එන්ජින් සැලකූ විට, ඔබේ වාහනය කොතරම් නවීන එකක් වුවත්, ඔබ දමන තෙල්වලින් 15% කටත් වඩා අඩුවෙන් තමයි වාහයන දුවන්නට උදව් වන්නේ; අනෙක් සියල්ල අපතේ යයි; මෙයම කොතරම් අපරාධයක්දැයි කියා බලන්න). මෙම තාපය හැමවිටම වාගේ අපතේ යයි. එක අතකින් මෙය පරිසරය අතිශය දූෂනය කිරීමක්. ආර්ථික පැත්තෙන් ගත් කළද විශාල නාස්තියක්. එනිසා මෙවැනි අපතේ යන තාපයෙන් ප්‍රයෝජනවත් විදුලියක් නිපදවිය හැකි ක්‍රමයක් නේද මෙම පෙල්ටියර් මොඩ්‍යුල්? වාහන එන්ජින්වලින් නිපදවෙන එවැනි තාපයෙන් විදුලිය නිපදවීමට දැනටමත් වාහන නිෂ්පාදකයන් සලකා බලමින් සිටිනවා. ඔබ අවට ඉබේ පවතින හෝ අපතේ යන හෝ තාපයන් පවතින ස්ථාන ගැන සිතා බලන්න.

පෙල්ටියර් ආවරණය යොදා ගන්නා තවත් අතිවිශේෂ අවස්ථාවක් තමයි අභ්‍යවකාශ ගමන්. විශේෂයෙන් සූර්යාගෙන් ඈතට යවන යානාවලට සූර්යපැනල යොදන්නට බැරි වෙනවා මොකද ඈතට යන විට විදුලියක් නිපදවීමට තරම් සූර්යාලෝකයක් නැති නිසා. උදාහරණයක් ලෙස පොලොව සිට සූර්යාට ඇති දුර (දළ වශයෙන් කිලෝමීටර් මිලියන් 150 ක්; මෙය නක්ෂත්‍ර ඒකක 1 ක් ලෙස අර්ථ දැක්වේ) මෙන් දස ගුණයක් හෙවත් නක්ෂත්‍ර ඒකක 10 ක් ඈතට ගිය විට (එනම් ආසන්න වශයෙන් සෙනසුරු ග්‍රහයා සිටින දුර), සූර්යාලෝකය එම දුරෙහි වර්ගයෙන් හෙවත් සියගුණයකින් අඩු වේ. ඒ කියන්නේ සෙනසුරු ග්‍රහයා සිටින වැනි දුරකදී පොලොවට ලැබෙන සූර්යාලෝකය මෙන් සියයෙන් එක් පංගුවක් පමණයි ලැබෙන්නේ.

මෙවැනි අවස්ථාවලදී න්‍යෂ්ඨික ශක්තිය සමග පෙල්ටියර් ආවරණය හවුලේ යොදා ගන්නවා. එහිදී ප්ලූටෝනියම්- 238 වැනි න්‍යෂ්ඨික ද්‍රව්‍යයක් (radioisotope) යම් කුඩා කුටීරයක් තුල තබනවා. ඉන් නිකුත් වන විකිරණ (විශේෂයෙන් ඇල්ෆා විකිරණ; බීටා විකිරණත් යොදා ගත හැකියි) නිසා එම කුටීරය රත් වෙනවා. මෙම තාපය පෙල්ටියර් මොඩ්‍යුලවලට ලබා දී යානයේ පරිපථවලට අවශ්‍ය විදුලිය නිපදවා ගන්නවා. සාමාන්‍යයෙන් මෙවැනි විකිරණශීලී ද්‍රව්‍යයක් අවුරුදු දසකයක සිට ශතක කිහිපයක් දක්වා අඛණ්ඩව බලය/තාපය සැපයිය හැකියි (යොදා ගන්නා විකිරණශීලි ද්‍රව්‍යය අනුව; එනම් යොදාගන්නා ද්‍රව්‍යයේ අර්ධ ජීව කාලය (half lifetime) අනුව). මෙම ක්‍රමවේදය Radioisotope Thermoelectric Generator (RTG, RITEG) ලෙස හැඳින් වෙනවා. දැනට මෙම ක්‍රමයෙන් අභ්‍යවකාශ යානා ගණනාවක්ම යවා තිබෙනවා. ඇත්තටම මෙම ක්‍රමය අභ්‍යවකාශ යානා සඳහා පමණක් නොව, නිතර නිතර යෑමට අපහසු එහෙත් බොහෝ දිගු කාලයක් පුරාවට අඛණ්ඩ විදුලි ශක්තියක් ලබා දිය යුතු තැන්වලටද යොදා ගන්නවා.

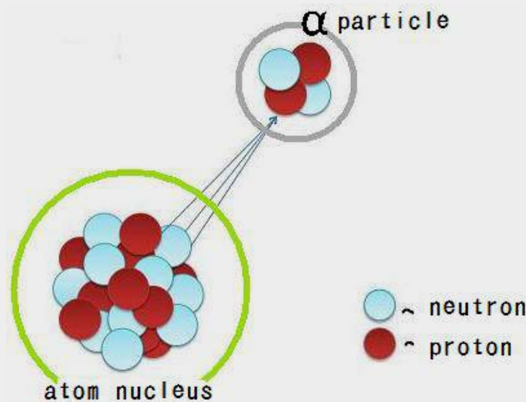
සටහන

විකිරණ

විකිරණ (radiation) යනුද විශාල ශක්ති ප්‍රභවයක්. මේ ගැන අතිවිශාල කරුණු කාරණා ඇති මුත්, ඉතා කෙටියෙන් පමණක් මෙහි විස්තර කෙරේ. එහි ප්‍රයෝජන මෙන්ම අහිතකර තත්වයන් පවතී. විකිරණ වර්ග ප්‍රධාන ලෙස 4 ක් ඇත.

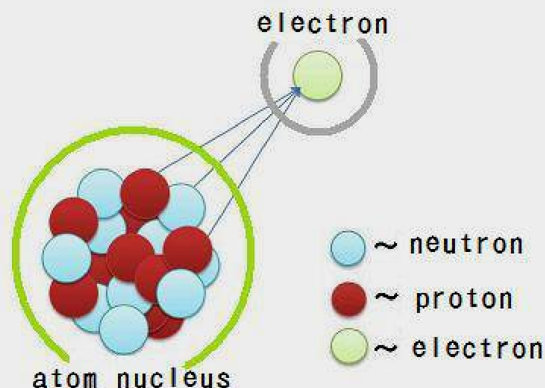
1. **ඇල්ෆා විකිරණ (Alpha radiation)** - යම් පරමාණුවක න්‍යෂ්ඨියෙන් ඇල්ෆා අංශු පිටකරන විට ඊට ඇල්ෆා විකිරණ යැයි කියනවා. ඇල්ෆා විකිරණ යනු හීලියම් පරමාණු න්‍යෂ්ඨී වේ. එනම්, ප්‍රෝටෝන 2 ක් හා නියුට්‍රෝන 2 ක් එහි ඇත. විශාලතම අංශු සහිත විකිරණ වර්ගය මෙය වේ. තුනී කඩදාසියකින් වුවත් මෙවැනි ඇල්ෆා විකිරණ නතර කළ හැකිය මොකද මෙම අංශු එතරම් විශාලය. විශාල හා බර වැඩි නිසාම අනෙක් විකිරණ තරම් වේගවත්ද නොවේ. සමේ වැදීමෙන්ද මේවා නවතී. එනිසා ශරීරයට පිටතින් මෙම විකිරණයට නිරාවරණය වුවත්, වැඩි අවදානමක් නැත. එහෙත් ඇල්ෆා විකිරණ පිටකරන යමක් ශරීරය තුලට ගියොත් එය විසින් ශරීරය තුළ අතිදැවැන්ත විනාශයක් ඇති

කළ හැකියි (අවයව පටක වලට හානි කරමින්).

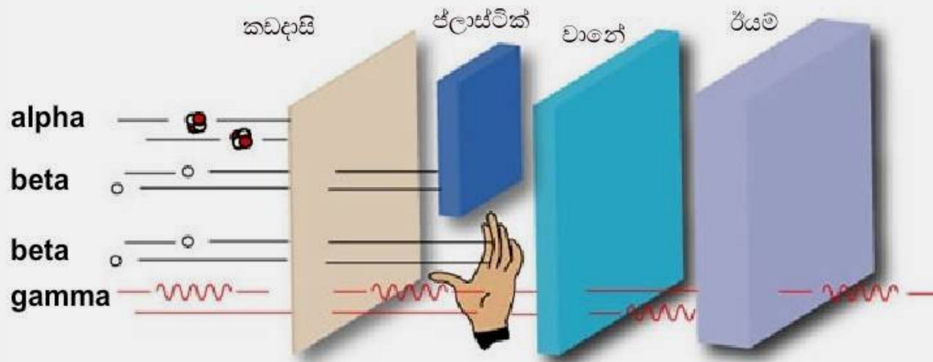


2. **බීටා විකිරණ (Beta radiation)** - පරමාණුවක න්‍යෂ්ඨියෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන පිට කරන විට, ඊට බීටා විකිරණ යැයි කියනවා. (සරල විද්‍යා දැනුමක් තිබෙන අය අසාවි කොහොමද න්‍යෂ්ඨියක් තුළ ඉලෙක්ට්‍රෝන තිබෙන්නේ මොකද න්‍යෂ්ඨියක් තුළ තිබෙන්නේ ප්‍රෝටෝන හා නියුට්‍රෝන පමණක් යැයි උගන්වන නිසා. එහෙත් ගැඹුරු වඩා නිවැරදි (particle physics) විද්‍යාව අනුවයි මෙය පැහැදිලි කළ හැක්කේ. එහෙත් සරලව නියුට්‍රෝන = ප්‍රෝටෝන + ඉලෙක්ට්‍රෝන ලෙස සැලකිය හැකියි. එවිට න්‍යෂ්ඨියේ තිබෙන නියුට්‍රෝනයක් තමයි ප්‍රෝටෝන+ඉලෙක්ට්‍රෝන යුගලයක් බවට පත්ව, එසේ අලුතින් න්‍යෂ්ඨිය තුළ ජනිත වූ ඉලෙක්ට්‍රෝනය තමයි බීටා විකිරණ ලෙස ඉවතට යන්නේ මොකද න්‍යෂ්ඨිය තුළ ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට රැඳී සිටීමට නොහැකි නිසා.) ඇල්ෆා අංශුවකට වඩා කෝටි ප්‍රකෝටි ගාණකින් බීටා අංශුව ඉතා කුඩාය. එනිසා පහසුවෙන් ද්‍රව්‍ය හරහා බීටා කිරණ ගමන් කළ හැකියි. එනිසා ශරීරය තුළ මෙන්ම පිට සිටද බීටා විකිරණවලට හානි කළ හැකියි.

න්‍යෂ්ඨියෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන මෙන්ම ප්‍රතිඉලෙක්ට්‍රෝන (anti-electron) හෙවත් පොසිට්‍රෝන (positron) නම් අංශු වර්ගයක්ද පිට කළ හැකි අතර, ඊටද සාමාන්‍යයෙන් බීටා විකිරණ කියාම පවසනවා. ඊට හේතුව පොසිට්‍රෝන යනු ආරෝපණය යන ගුණය හැර අනෙක් හැම අතින්ම ඉලෙක්ට්‍රෝනයට සමාන අංශු විශේෂයකි. මෙයම පොසිට්‍රෝන විකිරණ හෝ බීටා-ප්ලස් විකිරණ කියාද හැඳින්වෙනවා. (ප්‍රෝට්‍රෝන = නියුට්‍රෝන+පොසිට්‍රෝන ලෙස සිතුවොත් මෙයත් පෙර සේම සරලව තේරුම්ගත හැකිය.)



3. **ගැමා විකිරණ (Gamma radiation)** - පරමාණුවක න්‍යෂ්ටියේ සිට පිටවන විද්‍යුත් චුම්භක තරංගයකි. ඇල්ෆා, බීටා මෙන් අංශු ලෙස මෙය සැලකීම සුදුසු නැත (එහෙත් particle physics අනුව නම්, සෑම දෙයක්ම අංශු ලෙස සලකන නිසා ගැමා කිරණ සෑදෙන්නේ අධිශක්ති ෆොටෝන නම් අංශුවලින් බව සැලකිය හැකියි; එය වෙනමම කතන්දරයකි). ගැමා යනු රේඩියෝ තරංග, ආලෝකය, එක්ස් කිරණ මෙන්ම විද්‍යුත් චුම්භක තරංග විශේෂයකි. මේවායේ අතිවිශාල ශක්තියක් ඇත. විකිරණවලින් භයානකම වර්ගය මෙයයි මොකද අනෙක් දෙවර්ගයටම වඩා ගණකම් ද්‍රව්‍ය හරහා වුවද මේවා ගමන් කරනවා. කෘෂි නිෂ්පාදන නිරෝධායන කිරීමට මෙම ගැමා විකිරණ බහුලවම භාවිතා වෙනවා. මෑතකදී ලංකාව තුළද මෙවැනි ගැමා කිරණ නිරෝධායන මධ්‍යස්ථානයක් ආරම්භ කළා.



ගැමා විකිරණ යනුවෙන් සාමාන්‍යයෙන් හැඳින් නොවූවත් x-ray යනුද ඇත්තටම ගැමා විකිරණ විශේෂයක් ලෙස සැලකිය හැකියි. සාමාන්‍යයෙන් අප ගැමා කිරණ ලෙස හඳුන්වන්නේ සංඛ්‍යාතය ඉතාම ඉහළ විද්‍යුත්චුම්භක කිරණ වන අතර, එක්ස්රේ යනු එතරම් අධිසංඛ්‍යාතයක් නොවන විද්‍යුත්චුම්භක කිරණයි. එක්ස් කිරණ සේම, පාරජම්බුල කිරණද ඉතා අඩු ශක්ති (එනම් අඩු සංඛ්‍යාත) ගැමා විකිරණයක් සේ සැලකිය හැකියි. ඕනෑම විද්‍යුත් චුම්භකයක ශක්තිය මැනීමට තිබෙන්නේ පහත දැක්වෙන සරල සූත්‍රය වේ. (මෙම සූත්‍රය අනුව, සංඛ්‍යාතය වැඩි වන විට, විද්‍යුත් චුම්භක තරංගයක ශක්තිය වැඩි වන බව පේනවා නේද?)

$E = hf$

මෙහි E යනු (ජූල් වලින්) ශක්තිය වන අතර, f යනු සලකා බලන විද්‍යුත් චුම්භක තරංගයේ සංඛ්‍යාතය වන අතර, h යනු $6.625x10^{-34}$ යන අගය සහිත ප්ලාන්ක් නියතය වේ. ඉහත සූත්‍රයට ඕනෑම විද්‍යුත් චුම්භක තරංගයක (රේඩියෝ තරංග, අධෝරක්ත, දෘෂ්‍ය, පාරජම්බුල, එක්ස් කිරණ, ගැමා) සංඛ්‍යාතය ආදේශ කළ විට, එම සංඛ්‍යාතය සහිත එක් තරංගයක හෙවත් එක් ෆෝටෝනයක ශක්තිය ලැබේ.

4. **නියුට්‍රෝන විකිරණ (Neutron radiation)** - න්‍යෂ්ටියකින් නියුට්‍රෝන පිටකරන විට මේ නමින් හැඳින්වේ.

විකිරණ වේගයෙන් (ගැමා යනු ඇත්තටම විද්‍යුත් චුම්භක තරංග බැවින් ගැමා කිරණ හැමවිටම ආලෝකයේ වේගයෙන්ම) ගමන් කරනවා. එනිසා ඒවා විවිධ ද්‍රව්‍ය මත ගැටුණු විට, එම ද්‍රව්‍ය සෑදී තිබෙන පරමාණුවලින් ඉලෙක්ට්‍රෝන ගලවා දැමීමට ඊට හැකියි. එය හරියට ඔබ ගලකින් බිත්තියකට ගහනවා වගේ. එවිට ගලේ සැරට බිත්තියට ගල වදින තැනින් කෑලි කැඩී යනවා නේද? මේකම තමයි විකිරණවලිනුත් සිදු වූයේ. පරමාණුවලින් ඉලෙක්ට්‍රෝන ගලවා දැමීම අයණීකරණය (ionization) ලෙසයි හැඳින්වෙන්නේ (පරමාණුවකින් ඉලෙක්ට්‍රෝන ගැලවී ගිය විට, එය ධන අයනයක් ලෙසද, එම ඉලෙක්ට්‍රෝන තවත් පරමාණුවක් විසින් ග්‍රහණය කළ විට ඊට ඍණ අයන යැයිද පවසන බව ඔබ දන්නවා).

මෙවැනි අයණීකරණයක් ශරීරයේ අවයව හා පටකවල ඇතිවන විට පිලිකා හා වෙනත් රෝග ඇති වෙනවා. විකිරණවලින් ශරීරයේ පිලිකා ආදිය ඇති කරන්නේ එලෙසයි. බැක්ටීරියා ආදී ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්ගේ ශරීර තුළ මෙය සිදුවන විට, උන්ගේ ප්‍රජනනය කිරීමේ හැකියාව නැති වෙනවා මෙන්ම උන් විනාශ වීද යනවා. එනිසයි ගැමා කිරණ යොදාගෙන පළතුරු එලවලු ආදිය වන්ධ්‍යාකරණය (gamma radiation sterilization) කරන්නේ.

විකිරණ වැඩි වැඩියෙන් යමක වදින විට එතැන රත්වීමක් සිදු වේ. මෙන්න මෙම රත්වීම තමයි ඉහත RITEG හි ප්‍රයෝජනයට ගත්තේ. මෙම විකිරණ නිසා ඇති වන රත් වීමම තමයි න්‍යෂ්ටික බලාගාරවල ප්‍රයෝජනයට ගන්නෙත් විදුලිය ජනනය කිරීමට.

විකිරණ පිට කරන ද්‍රව්‍ය විකිරණශීලි ද්‍රව්‍ය (radioactive material) ලෙස හැඳින්වෙනවා. ප්ලූටෝනියම්, යුරේනියම්, සීසියම්, වැනි මූලද්‍රව්‍යවල සමස්ථානික ගණනාවක්ම තිබෙනවා මෙම හැකියාව තිබෙන. ඒවා radioisotope ලෙසයි හැඳින්වෙන්නේ (විකිරණශීලි ද්‍රවය යනුද මීටම යොදන පොදු නමයි).

යම් විකිරණශීලි ද්‍රව්‍යයක් ගත්විට එය කිසිදු බාහිර බලපෑමකින් තොරව නිරායාසයෙන්මයි මෙම විකිරණ පිට කරන්නේ. ඉන් සිදු වන්නේ ශක්තිය පිට කිරීමක්. ඒ කියන්නේ විකිරණ පිට කරමින් විකිරණශීලි ද්‍රව්‍ය සිදු කරන්නේ තමන්ගේ ශක්තිය අඩු කර ගැනීමයි. මෙම ක්‍රියාවලියත් සමගම විකිරණශීලි ද්‍රව්‍යත් කාලයත් සමග ක්ෂය වෙනවා. ඊට හේතුව විකිරණ පිට කරන විට, පරමාණුවේ න්‍යෂ්ටියේ තිබෙන ප්‍රෝටෝන ගණන වෙනස් වීමයි. ප්‍රෝටෝන ගණන වෙනස් වීම යනු වෙනත් මූලද්‍රව්‍ය පරමාණුවක් බවට පරිවර්තනය වීමක් (උදාහරණයක් ලෙස හයිඩ්‍රජන් යනු න්‍යෂ්ටියේ ප්‍රෝටෝන 1 ක් තිබීම වන අතර, න්‍යෂ්ටියේ ප්‍රෝටෝ 2 ක් වූ විට, එය තවදුරටත් හයිඩ්‍රජන් නොව හීලියම් වේ).

ඉතිං, යම් විකිරණශීලි ද්‍රව්‍යයක් ග්‍රෑම් 100 ක් ගත් විට, යම් කාලයකට පසුව ඉහත කියූ ලෙසම එම මූලද්‍රව්‍ය වෙනත් මූලද්‍රව්‍යයක් බවට පත්වන නිසා, මුලින් තිබූ මූලද්‍රව්‍ය ක්ෂය වී ගියා සේ සිතිය හැකියි. මෙලෙස විකිරණය නිසා යම් විකිරණශීලි ද්‍රව්‍යයක් තිබූ ස්කන්ධයෙන් හරි අඩක් වීමට ගත වන කාලය අර්ධ ආයු කාලය (half lifetime) ලෙසයි හැඳින්වෙන්නේ. සමහර විකිරණශීලි ද්‍රව්‍ය තත්පර කිහිපයක අර්ධ ආයු කාලයක් තිබෙන අතර, තවත් ඒවායේ අර්ධ ආයු කාලය අවුරුදු කෝටි ගණනක් වේ. උදාහරණයක් ලෙස ප්ලූටෝනියම්-238 හි අර්ධ ආයු කාලය අවුරුදු 87.8 ක් පමණ වේ (ඒ කියන්නේ මේ දැන් එම ද්‍රව්‍ය ග්‍රෑම් 10 ක් මා සතුව ඇත්නම්, අවුරුදු 87.8 කදී මා සතුව තිබෙනු ඇත්තේ ඉන් ග්‍රෑම් 5 ක් පමණි).

යම් රේඩියෝඅයිසොටෝප් එකකින් ඉහත සඳහන් කළ ඕනෑම රේඩියේෂන් ක්‍රමයකින් තත්පරයට නිකුත් කරන අංශු ප්‍රමාණය මඟින් එම ද්‍රව්‍යයේ විකිරණශීලිතාව මැනිය හැකියි. තත්පරයට නිකුත් කරන විකිරණ අංශු ප්‍රමාණය බෙකරල් (Becquerel - Bq) නම් සම්මත (SI) ඒකකයෙන් මැනේ. සම්මත නොවන ඒකකයක්ද පවතිනවා කියුරි (Curie - Ci) නමින් (1 Ci = 3.7×10^{10} Bq). දළ වශයෙන් පිරිසිදු රේඩියම් ග්‍රෑම් එකකින් කියුරි 1 ක විකිරණශීලිතාවක් ඇත (කියුරි ඒකකය අර්ථ දක්වා ඇත්තේ මෙම රේඩියම් ඇසුරින් බව පෙනේ).

ඉහත බෙකරල් (හෝ කියුරි) ඒකකයෙන් පෙන්වා දෙන්නේ විකිරණශීලි ද්‍රව්‍යයේ ක්‍රියාශීලිභාවයයි. එහෙත් විකිරණවලින් ශරීරයකට සිදුවන බලපෑම ඉන් ඍජුව කිව නොහැකියි. ඉහත කුමන හෝ වර්ගයක විකිරණයක් මිනිස් ශරීරයට වදින විට, ඉන් යම් අයණීකරණයක් සිදුවන බව ඔබ දන්නවා. මෙයම විකිරණ විසින් ශරීරයේ යම් ශක්තියක් ගබඩා කිරීමක් ලෙසද දැකිය හැකියි. මෙලෙස වැඩි වැඩියෙන් ශක්තියක් පටක තුළ ගබඩා වෙනවා යනු භයානක කම වැඩි වීමකි. මෙලෙස විකිරණයන් නිසා පටක කිලෝග්‍රෑම් එකක් තුළ ගබඩා කරන ශක්තිය (ජූල් වලින්) යන්න ග්‍රේ (Gray - Gy) නම් සම්මත ඒකකයෙන් මැනේ (පටක කිලෝග්‍රෑම් එකක විකිරණය නිසා උරාගත් ශක්තිය ජූල් එකක් = ග්‍රේ 1 කි). සම්මත නොවන ඒකකයක්ද පවතිනවා රෑඩ් (rad – radiation absorbed dose) යනුවෙන් (1 Gy = 100 rad). මේ අනුව මෙම ඒකකයෙන් සලකා බලන්නේ විකිරණශීලිතාව නොව, එම විකිරණය නිසා ශරීරයේ ගබඩා වන ශක්ති ප්‍රමාණයයි (යම් විකිරණයක් ඇඟේ වැදුනත්, එය ශරීරය විසින් අවශෝෂණය කර ගත්තේ නැතිනම් මෙම ගණනය කිරීම තුළට එය ඇතුලු වන්නේ නැත).

ඉහත ග්‍රේ (හෝ රැඩ්) විසින් විකිරණයේ ස්වභාවය නොසලකා ඉන් ශරීරයට අවශෝෂ කරගත ශක්ති ප්‍රමාණය පමණයි දැක්වූයේ. එහෙත් විවිධ විකිරණ ශරීරයේ විවිධ ස්ථානවලට එල්ල කරන බලපෑම වෙනස්ය (අවශෝෂණය කරන ශක්තිය සමාන වූ විට පවා). එනිසා, මෙම සාධක සලකා බලා අවසාන වශයෙන් එක් එක් විකිරණය විසින් ශරීරයට ජීව විද්‍යාත්මකවත් එල්ල කරන බලපෑම මැනීමට තවත් සම්මත ඒකකයක් හඳුන්වා දී තිබෙනවා සීවර්ට් (Sievert - Sv) නමින්. එහිම සම්මත නොවන ඒකකයක් පවතිනවා රෙම් (Rem – Roentgen equivalent man) නමින් (1 Sv = 100 Rem). මෙහිදී සිදු කරන්නේ ඉහත ග්‍රේ ඒකකය ඒ ඒ විකිරණ වර්ගයට හිමි යම් අගයකින් (පර්යේෂණාත්මකව තීරණය කරපු නියත අගයන්ය මේවා) වැඩි කිරීමයි. උදාහරණයක් ලෙස ඉහතදී ග්‍රේ 1 ක් ලෙස මැන ගත් විකිරණය ඇල්ෆා නම්, ඇල්ෆාට නියමිත නියත අගය වන 20 න් ගුණ කළ විට ලැබෙන්නේ 20x1 = 20 Sievert වේ. මේ අනුව ජීව විද්‍යාත්මකව වැදගත් වන ඒකකය සීවර්ට් වේ.

කෘත්‍රිමව පමණක් නොව ස්වාභාවිකවත් විකිරණයට අප හැම තත්පරයකදීම නිරාවරණය වෙනවා. සූර්යාගේ සිට හා අභ්‍යවකාශයෙ සිට එන කොස්මික් කිරණ (cosmic rays) හා පොලොවේ හැමතැනම සියුම්ව විහිදී තිබෙන විකිරණශීලි මූලද්‍රව්‍ය විසින් නිකුත් කරන විකිරණ පවතී. මේ ආකාරයට ඇතිවන විකිරණය පසුබිම් විකිරණය (background radiation) ලෙස හැඳින්වෙන අතර, දළ වශයෙන් එය වසරකට මිලිසීවර්ට් 1 සිට 10 දක්වා පමණ වේ. පොලොවේ තැනින් තැනට මෙම අගය වෙනස් වේ. සියලු ශාක හා සත්වයන් පොලොව මත හටගත් අවස්ථාවේ සිට මෙම පසුබිම් විකිරණයට මුහුණ දී තිබෙන නිසා, සාමාන්‍යයෙන් මෙම ප්‍රමාණයේ විකිරණයකට ඔරොත්තු දිය හැකි විදියට පරිනාමය වී ඇත.

රසායනිකව විදුලිය නිපදවීම හා බැටරි

යම් යම් රසායනික ද්‍රව්‍ය එකිනෙකට ප්‍රතික්‍රියා කරන විට ඉලෙක්ට්‍රෝන/අයන වෙන් වීම නිසාද විදුලියක් හටගන්නවා. මෙලෙස සාදා ගන්නා විදුලිය තමයි බැටරිවල තිබෙන්නේ. බැටරි අප නිතරම භාවිතා කළත්, බැටරි යනු එක්තරා විදියකින් අකාර්යක්ෂම විදුලි ප්‍රභවයකි. ඊට හේතුව වන්නේ බැටරියකින් අපට ලබා දෙන මුලු ශක්තියට වඩා අතිවිශාල දැවැන්ත ශක්තියක් බැටරි නිෂ්පාදකයන් විසින් වැය කරනවා එම බැටරිය සාදා නිම කිරීමට.

සටහන
මිනිසා කෘත්‍රිමව සිදු කරන රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවලින් සේම ස්වාභාවිකවම සතුන් හා ශාක තුල සිදුවන ප්‍රතික්‍රියා හා ක්‍රියාකාරිත්වයන් බොහොමයකම යම් විදුලි ක්‍රියාකාරිත්වයන් ඇත. සමහරුන් ජීවී ශරීරයක විදුලිය තිබෙන බව පවසන්නේ එනිසාය. ජීවියකු තුල සිදුවන සමහර ක්‍රියාකාරිත්වයන්හි උදාසීන රසායනික ද්‍රව්‍ය වෙනුවට ධන අයන (සෝඩියම් අයන වැනි) හා සෘණ අයන (ක්ලෝරයිඩ් අයන වැනි) වශයෙන් එම ද්‍රව්‍ය නිදහස්ව පවතිනවා. ඉතිං මෙම ආරෝපිත ද්‍රව්‍ය (අයන) ගමන් කරන විට, එයම විදුලියක් ගමන් කිරීමක් ලෙස සැලකිය හැකියි නේද? විශේෂයෙන්ම ජීවියකුගේ ස්නායු පද්ධතිය තුළ පණිවිඩ ගලා යන්නේම මෙම අයන ස්වරූපයෙනි. ඒ කියන්නේ ස්නායු පද්ධතියත් එක්තරා ආකාරයක විද්‍යුත් පරිපථයක්. එහෙත් ඇත්තම තත්වය නම්, ශරීරය පුරා ගමන් කළේ උදාසීන හා උදාසීන නොවූ (එනම් ආරෝපිත) අංශු/ද්‍රව්‍ය ටිකකි. ඒ නිසා විදුලිය හා රසායන යන දෙකම එකට යොදා ජීවියකු තුළ සිදුවන මෙම ක්‍රියාකාරිත්වය විද්‍යුත්-රසායනික (electrochemical) ක්‍රියාකාරිත්වයක් ලෙස හඳුන්වනවා.

ස්නායු පද්ධතියේ තිබෙන මෙම විද්‍යුත්රසායනික ක්‍රියාකාරිත්වය නිසාම ඉලෙක්ට්‍රෝනික මෙවලම් ඊට සෘජුවම සම්බන්ධ කිරීමට හැකියාව පවා ලැබී තිබෙනවා (කෘත්‍රිම අත්පා ආදිය). එවිට මොලයෙන් ස්නායු පද්ධතිය හරහා එන විද්‍යුත්රසායන පණිවුඩ මඟින් එම අවයව පාලනය කළ හැකියි. තවද සමහර බැක්ටීරියා වර්ග මඟින් එම බැක්ටීරියා තුළ සිදුවන මෙම විද්‍යුත්රසායන ක්‍රියාකාරිත්වය උපයෝගී කොටගෙන සරල විදුලි යන්ත්‍ර පවා නිපදවා තිබෙනවා (තාම පර්යේෂණ අවධියේ

තිබෙන්නේ). එලෙසම ගස්වල සිදුවන මෙම ක්‍රියාකාරිත්වයෙන්ද විදුලිය පිටතට ගැනීමටද ක්‍රම මැතකදී සොයාගෙන ඇත (එයත් පර්යේෂණ අවධියේ තිබෙන්නේ). මුහුදේ සිටින විදුලි ආඳා (electric eel) ගැන ඔබ අසා ඇති. එම සත්වයාට හැකියාවක් තිබෙනවා අධිසැර වෝල්ටියතාවක් නිකුත් කර ප්‍රතිවාදියාව දුර්වල කරන්නට. සතකුට කොහොමද විදුලියක් ඇති කළ හැක්කේ කියා දැන් ඔබ දන්නවා; එතැන පුදුම වන්නට දෙයක් නැත.

සටහන

ද්‍රව්‍යවල තිබෙන රසායනික ශක්තිය බැටරියකදී කෙලින්ම විදුලිය බවට පරිවර්තනය කළ හැකි සේම, එම රසායන ද්‍රව්‍යම යොදාගත හැකියි වක්‍ර ක්‍රමවලින් විදුලිය නිපදවීමට. එහෙමත් නැතිනම් එම ද්‍රව්‍යවල රසායනික ශක්තිය ඍජුවම විදුලිමය නොවන ශක්තියකට (තාපය වැනි) පරිවර්තනයද කළ හැකියි.

බොහෝවිට මෙම රසායනික ද්‍රව්‍යවල රසායනික ශක්තිය ඍජුවම තාපය බවට පත් කර ගැනේ. දර/ලී, ඛනිජ තෙල්, හෝ දහනය කළ හැකි ඕනෑම දෙයක් දහනය කළ විට ලැබෙන්නේ තාප ශක්තියයි. අවශ්‍ය තැනවලදී මෙම තාප ශක්තිය කෙලින්ම භාවිතයට ගනී (උදාහරණ ලෙස, ආහාර පිසීමට දර දහනය).

අභ්‍යන්තර දහන එන්ජිම්වලදී (Internal Combustion Engine – ICE) හෙවත් "වාහන එන්ජින්" වලදී පෙට්‍රල්, ඩීසල්, භූමිතෙල් (kerosine) වැනි ඉන්ධනයක් දහනය කරනවා. එකවර ඇති කරන එම දහනය නිසා ඇතිවන පීඩන වෙනස මඟින් තමයි එන්ජින් එකේ ඇති කුඩා සිලින්ඩර් තුළ ඇති පිස්ටන් ක්‍රියා කරවමින් වාහන ආදිය ධාවනය කරනු ලබන්නේ. ඒ අනුව මෙයත් රසායනික ශක්තියක් දහනය මඟින් ඍජුවම භාවිතාවට ගන්නා අවස්ථාවක් (රසායනික ශක්තිය චාලක ශක්තිය බවට).

අවශ්‍ය නම්, ඉහත ආකාරයට ක්‍රියාකාරි වන එන්ජිමකට ටර්බයිනයක්/ඩයිනමෝවක් සවිකර ඉන් විදුලිය නිපදවිය හැකියි. ඇත්තටම තාප (තෙල්) හා ගල් අඟුරු බලාගාර ක්‍රියා කරන්නේ ඒ ආකාරයට තමයි. විදුලිය ඇනහිටි අවස්ථාවලදී ක්‍රියා කරන ජෙනරේටර් ක්‍රියා කරන්නේද මෙම ක්‍රමයටයි. තණකොළ කපන මැෂින්, ගස් කපන කියත් වැනි තෙල්වලින් දුවන යන්ත්‍රවල ඇති මෝටර් ක්‍රියාකාරි වන්නේද එවැනි එන්ජිමකිනි.

ඕනෑම ද්‍රව්‍යයක අභ්‍යන්තරයේ විවිධ රසායනික බන්ධන පවතී. එම බන්ධනවල විශාල ශක්ති ප්‍රමාණයක් ගබඩා වී පවතින අතර, ඉන් යම් කොටසක් පමණයි විවිධ ක්‍රමවලින් (දහනය කිරීමෙන් හෝ වෙනත් රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවලට ලක් කිරීමෙන්) අප ලබා ගන්නේ. අප නිතර භාවිතා කරන ද්‍රව්‍ය/ඛනිජ කිහිපයක තිබෙන ශක්ති ප්‍රමාණ පහත දැක්වේ. මෙම ශක්ති අගයන් සියල්ල දහනය කිරීමෙන් ලැබෙන තාප ශක්තිය හෙවත් කැලරි ශක්තිය (caloric energy) ලෙස හැඳින්වේ.

1. වියලි දර කිලෝග්‍රෑම් 1 ක ශක්තිය - මෙගාජූල් 19
2. ගල් අඟුරු කිලෝග්‍රෑම් 1 ක ශක්තිය - මෙගාජූල් 29
3. හයිඩ්‍රජන් වායු කිලෝග්‍රෑම් 1 ක ශක්තිය - මෙගාජූල් 120
4. පෙට්‍රල් (ගැසලින්) ශක්තිය - ලීටරයකට මෙගාජූල් 32 හෙවත් කිලෝග්‍රෑමයකට මෙගාජූල් 42
5. ඩීසල්/භූමිතෙල් ශක්තිය - ලීටරයකට මෙගාජූල් 36 හෙවත් කිලෝග්‍රෑමයකට මෙගාජූල් 43
6. LPG (LP Gas – Liquefied Petroleum Gas) – 46MJ/kilogram හෙවත් 26MJ/Liter
7. ජීවවායු (biogas)/ස්වාභාවික වායු (natural gas) – 49MJ/kilogram

ඉහත ඉන්ධනයකින් ලැබෙන කැලරි ශක්තිය ඍජුවම යම් යම් දේවල් රත් කිරීමට යොදා ගතහොත් කාර්යක්ෂමතාව 100% ට ආසන්න විය හැකියි. එහෙත් එම ශක්තිය උපයෝගි කොටගෙන විදුලිය හෝ චාලක ශක්තිය හෝ බවට පත් කරන්නට යන විට අවාසනාවකට මෙන් 50% කට වඩා ශක්තියක් අපතේ යනවාමයි (ඒ කියන්නේ කාර්යක්ෂමතාව 50% ට වඩා අඩුය). තාප ශක්තිය තාප නොවන වෙනත් ශක්තියක් ලෙස ප්‍රයෝජනයට ගැනීමේදී තිබෙන ලොකුම අවාසිය මෙයයි. වාහන එන්ජින්වල

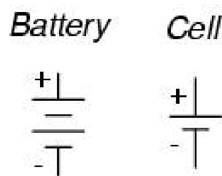
තත්වයද එයයි. ඔබ වාහනයකට යොදන ඉන්ධනවලින් ප්‍රයෝජනවත් ශක්තියක් (useful energy) ලෙස ලැබෙන්නේ 15% කටත් වඩා අඩු ප්‍රමාණයක් විය හැකියි.

ඔබ දන්නවා ආහාරවලද (රසායනික) ශක්තියක් තිබෙනවා. එම ශක්තිය තමයි අප ආහාර කෑමෙන් අපේ ශරීරයට ලැබෙන්නේ (කෑමවලින් ශක්තියට අමතරව පෝෂණ පදාර්ථද ලැබේ). අප ගන්නා බොහෝ ආහාරවල ග්‍රෑම් එකකට කොපමණ ශක්ති ප්‍රමාණයක් පවතීද යන්න පර්යේෂණාත්මකව සොයාගෙන වගුගත කර ඇත. (ශක්තියට අමතරම ඒ ඒ ආහාරයේ අඩංගු පෝෂක පදාර්ථවල ප්‍රතිශතද මෙම වගුවල සටහන් වේ.) විවිධ ආහාර වර්ග දසදහස් ගණනක් සඳහා එවැනි සුප්‍රසිද්ධ වගුවක් ඇමෙරිකානු කෘෂි දෙපාර්තමේන්තුව (USDA) විසින් සකස් කර නොමිලේම ඔවුන්ගේ වෙබ් අඩවි හරහා ලබා දේ (එම දත්ත ගබඩාව මෙන්ම පරිගණක ප්‍රෝග්‍රෑම් එකක්ද ඔවුන් නොමිලේම ලබා දෙනවා). එහෙත් මෙම වගුවල ආහාරවල ශක්තිය සොයන්නේද ඉහත ඉන්ධනවල ශක්තිය සොයන ආකාරයටමයි. එනම් යම් ආහාරයක් විශේෂ භාජනයක් තුළ පුලුස්සා ඉන් ඇතිවන තාප ශක්තිය ගණනය කිරීමෙනි (එනිසා ආහාර සඳහා නම් මෙම ක්‍රමය හොඳ නැති බව කවුරුත් දන්නවා; එහෙත් තවමත් මීට වඩා පහසු ප්‍රායෝගික ක්‍රමයක් නැත ආහාරයක ඇත්තටම අපට ලැබෙන ශක්ති ප්‍රමාණය සෙවීමට සමත්). ඒනිසා ඒ ආහාරවල ශක්තියද caloric energy ලෙස හැඳින් වෙනවා (ආහාරයේ කැලරි අගය ලෙස අප මෙය හඳුන්වන්නට පුරුදුව සිටිනවා). දළ වශයෙන් ප්‍රධාන පෝෂකවල තිබෙන කැලරි අගයන් පහත දැක්වේ.

කාබෝහයිඩ්‍රේට්/පිෂ්ටය හා ප්‍රෝටීන – 4 kilocalorie/gram
මේදය/තෙල් (ෆැට්) - 9 kilocalorie/gram
විටමින් හා පෝෂක ඛනිජ ලවන - කිසිදු ශක්තියක් නැත (මේවා ක්ෂුද්‍ර පෝෂක පදාර්ථ පමණි).

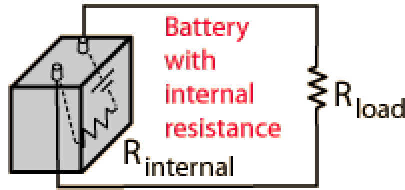
විද්‍යා හා තාක්ෂණයේදී සාමාන්‍යයෙන් ශක්තිය ජූල්වලින් දැක්වූවත්, ආහාර සම්බන්ධයෙන් තවමත් ශක්තිය මනින්නට පුරුදුව ඇත්තේ කැලරි (calorie) නම් ඒකකයෙනි. කැලරි එකක් ජූල් 4.2 ක් පමණ වේ.

බැටරියක් (battery) සෑදී තිබෙන්නේ විදුලිය නිපදවන ඊටත් කුඩා කොටස් (cell) කිහිපයක එකතුවෙනි. බොහෝවිට එක සෙල් එකකින් ලැබෙන වෝල්ටියතාව/ධාරාව අඩු නිසා එවැනි සෙල් ගණනාවක් (ශ්‍රේණිගතව හා/හෝ සමාන්තරගතව) එකතු කිරීමෙන් තමයි බැටරිය සාදන්නේ. පහත දැක්වෙන්නේ සෙල් එකක හා බැටරියක සංකේත වේ (බැටරිය දක්වන්නේ සෙල් දෙකක් හෝ කිහිපයක් ඇඳීමෙන් බව පෙනෙනවා).



විවිධාකාරයේ බැටරි ඇත (ඉතා කුඩා බොත්තමක ප්‍රමාණයේ සිට විශාල ප්‍රමාණයන් දක්වාම). මේ සෑම බැටරියක් තුළම යම් රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු වෙනවා එම බැටරියෙන් විදුලිය ලබා ගන්නා විට. ඒ කියන්නේ බැටරිය පාවිච්චි නොකරන විට රසායනික ප්‍රතික්‍රියාව සිදු නොවන බවයි. ඔව් සිදුවිය යුත්තේ නම් එය තමයි. එහෙත් ප්‍රායෝගිකව එම බැටරි තුළ බැටරිය භාවිතා නොකරන කාලය තුලත් ඉතා සෙමින් ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වෙනවා. ඒ කියන්නේ සෙමින් සෙමින් බැටරිය ඩිස්චාජ් වෙනවා එය පාවිච්චි නොකර නිකං තිබ්බත් (මෙය self-discharging ලෙස හැඳින්වෙනවා). මීත් ව්‍යංගයෙන් කියන්නේ බැටරිය තුළ ස්ට්‍රේ රෙසිස්ටන්ස් එකක් තිබෙන බව නොවේද? ඔව්, සෑම බැටරියකම මෙවැනි අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයක් තිබෙන අතර, ඒ ගැන මොහොතකින් විස්තර කෙරෙනු ඇත. එවිට, භාහිරින් බැටරියකට කිසිම උපකරණයක් සවි නොකර තිබුණත්, මෙම අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය දැන්

හරියට බැටරියට සවි කර තිබෙන උපාංගයක් සේ ක්‍රියා කර එහි ශක්තිය ජූල් තාපනයෙන් තාප ශක්තිය බවට සෙමින් සෙමින් පත් වෙනවා. බැටරිය උණුසුම් පරිසරයක නම් තිබෙන්නේ මෙම සෙල්ෆ්-ඩිස්චාජ් වීම වැඩි වැඩියෙන් සිදු වෙනවා. දළ වශයෙන් බැටරියේ උෂ්ණත්වය සෙල්සියස් අංශක 10 කින් ඉහළ යන විට, සෙල්ෆ්-ඩිස්චාජ් වීම තිබූ වේගය මෙන් දෙගුණයක් වෙනවා.



එක් එක් බැටරි වර්ගයක් තුළ තිබෙන රසායනික ද්‍රව්‍ය වෙනස්ය. එවිට සිදුවන රසායනික ප්‍රතික්‍රියාව වෙනස්ය. එවිට ඉන් ඇතිවන වෝල්ටියතා/ධාරා ප්‍රමාණය වෙනස්ය. මේ නිසා තමයි වෝල්ට් 1.5, 1.2, 3.0 ආදී විවිධ වෝල්ටියතාවන් සහිත සෙල් තිබෙන්නේ. උදාහරණ ලෙස, ලිතියම් රසායනිකය යොදා ගන්නා සෙල්වල වෝල්ට් 3 ද, නිකල් යොදා ගන්නා සෙල්වල වෝල්ට් 1.2 ක්ද ආදී ලෙස සාමාන්‍යයෙන් විවිධ බැටරි වෝල්ටියතා ඇත. බැටරියේ තිබෙන රසායනිකය අනුව බැටරියෙන් බැටරියට සෙල්ෆ්-ඩිස්චාජ් වන වේගයද වෙනස් වේ. ඇත්තටම බැටරියක් සම්බන්ධයෙන් කතා කරන සියලු ගතිගුණ වෙනස් වෙනවා එම බැටරියේ ඇති රසායනිකයන් අනුව.

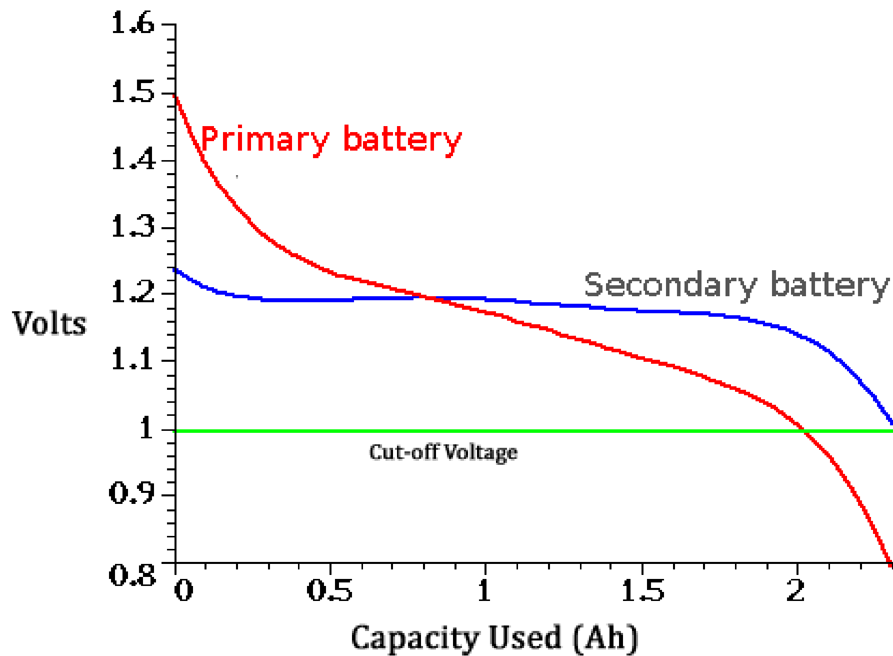
මූලිකව බැටරි වර්ග දෙකක් ඇත. නැවත නැවත ආරෝපණය කළ හැකි බැටරි Rechargeable battery හෙවත් secondary battery යනුවෙන් එක් වර්ගයක් ඇත. රීචාජබල් බැටරිවල සාමාන්‍යයෙන් Rechargeable යන වචනය බැටරියේ බඳෙහි සටහන් කර තිබෙනු ඇත. වරක් භාවිතා කළ පසු ඉවත ලන බැටරිද (disposable) තිබෙන අතර ඒවා primary battery නම් වේ.

සාමාන්‍යයෙන් ප්‍රයිමරි බැටරිවල සෙකන්ඩරි බැටරිවලට වඩා වැඩි ශක්ති ප්‍රමාණයක් ගබඩා වී තිබෙනවා. ඔබ බිත්ති ඔරලෝසුවක් වැනි බැටරිවලින් වැඩ කරන උපකරණයකට රීචාජබල් බැටරි යොදා ඇත් නම් ඔබට පැහැදිලිව පෙනේවි සාමාන්‍ය ප්‍රයිමරි බැටරිවලට වඩා බොහොම කලින් රීචාජබල් බැටරි බසින බව. ඊට හේතු දෙකකි. එකක් නම් බැටරියේ අඩු ශක්ති ප්‍රමාණයක් ගබඩා වී තිබීමයි. අනෙක නම්, රීචාජබල් බැටරිවල සෙල්ෆ්-ඩිස්චාජ් වීම වේගවත් වීමයි ප්‍රයිමරි බැටරිවලට වඩා.

ප්‍රයිමරි බැටරියක මිල සෙකන්ඩරි බැටරියකට වඩා ලාබයි. එහෙත් දිගු කාලීනව ප්‍රයිමරි බැටරි පාඩුයි පමණක් නොව පරිසර දූෂනයද එහි ඉහළය (මොකද භාවිතයෙන් පසුව ඉවත දමන නිසා). මතකද ඉහතදී පැවසුවා බැටරියක් නිෂ්පාදනය කිරීමට එම බැටරියේ ගබඩා ශක්තිය මෙන් අතිවිශාල ගුණයක ශක්තියක් වැය කරන බව? ඒ කියන්නේ එම බැටරිය 100 පාරක් නැවත චාජ් කරමින් භාවිතා කළ හැකි නම්, බැටරිය වෙනුවෙන් නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියේදී වැය කළ ශක්තියද 100 ගුණයකින් අඩු වෙනවා; එනම් නාස්තිය විශාල ලෙස අඩු වෙනවා රීචාජ්බල් බැටරිවල.

සාමාන්‍යයෙන් ප්‍රයිමරි බැටරි ක්‍රමයෙන් ඩිස්චාජ් වීගෙන යන විට, වෝල්ටියතාවද ඊට අනුරූපව ක්‍රමයෙන් අඩුවේගෙන යනවා. එහෙත්, සෙකන්ඩරි බැටරිවල (ලෙඩ්-ඇසිඩ් බැටරි හැර) එසේ නොවේ. බැටරිය බොහෝදුරට බැස තිබුණත් එය වෝල්ටියතාව අඩු වීමක් ඇති කරන්නේ නැත (හරියට කොතරම් කරදර තිබුණත් පිටතට හොඳින් හිනාවෙලා ඉන්න අය වගේ). මෙම ලක්ෂණය flat discharging curve ලෙස හැඳින්වෙනවා. එහෙත් යම් දුරකට එය ඩිසචාජ් වූවාට පසුව, ඒ මොහොතේ සිට සීඝ්‍රයෙන් වෝල්ටියතාව පහත යයි. බොහෝ පරිපථවලට ඒකාකාර වෝල්ටියතාවක් අවශ්‍ය වේ. එනිසා සෙකන්ඩරි බැටරිවල මෙම විශේෂ ගතිගුණය නම් පරිපථවලට හොඳින් ගැලපෙනවා නේද? පහත රූපයේ නිල් පාටින් පෙන්වන්නේ රීචාජබල් බැටරියක් භාවිතා කෙරෙන (ඩිස්චාජ් වන)

සැහෙන්න විශාල පරාසයක් තුළ වෝල්ටියතාව සැලකිය යුතු මට්ටමේ විචලනයක් නොදක්වා පවතින ෆ්ලැට් ඩිස්චාජිං කර්ව් එකයි.



රීචාජබල් බැටරි නැවත නැවත චාජ් කළ හැකි උපරිම වාර ගණනක්ද (charging cycles) තිබෙනවා. මෙහිදී එක් චාජිං සයිකල් එකක් යනු, බැටරිය උපරිම අගයට චාජ් කර, එය අවම අගය දක්වා ඩිස්චාජ් කිරීම (හෙවත් පාවිච්චි කිරීම) වේ. මෙම වාර ගණන ඉක්මවූවාට පසුව බැටරියේ චාජ් එක අල්ලලා හිටින්නේ නැති ගතියක් ඇති වෙනවා. තමන් යොදා ගන්නට යන රීචාජබල් බැටරිය වැඩි වාර ගණනක් රීචාජ් කළ හැකි බැටරියක් වීම වඩා ප්‍රයෝජනවත්ය. මෙම වාර ගණන බැටරි වර්ගයෙන් වර්ගයට වෙනස්ය (එය තනා ඇති රසායනිකය අනුව). රීචාජබල් බැටරිවල මෙම චාජිං සයිකල් අගය සාමාන්‍යයෙන් (විස්තර පත්‍රිකාවෙහි) දක්වනවා. උදාහරණයක් ලෙස, එම අගය 1000 ලෙස දක්වා තිබුණේ නම්, ඉන් කියන්නේ මෙම බැටරිය සම්පූර්ණයෙන්ම චාජ් කර සම්පූර්ණයෙන්ම ඩිස්චාජ් කිරීම 1000 වරක් කළ හැකි බවයි.

නිෂ්පාදකයා විසින් පළ කරන සයිකල් ගණනේ යම් දෝෂද තිබිය හැකියි. ඊට හේතුව මෙයයි. යම් බැටරි නිෂ්පාදකයෙක් තමන් නිපදවන බැටරියක සයිකල් ගණන තීරණය කරන්නේ එම බැටරිය අඛණ්ඩව ඩිස්චාජ් කර චාජ් කරමින්ය. සාමාන්‍ය භාවිතයේදී යම් බැටරියක් දවසකට එක් වරක් එක සයිකල් එකක් නිම කළොත් එය සමහරවිට, අවුරුදු 10 කින් පමණ සයිකල් 3600 නිම කරාවි. එහෙත් බැටරි නිෂ්පාදකයාට එතරම් කලක් පුරාවට ටෙස්ට් එක සිදු කළ නොහැකියි. ඒ වෙනුවට ඔවුන් වේගයෙන් බැටරිය ඩිස්චාජ් චාජ් කිරීම සිදු කරනවා. උදාහරණයක් ලෙස, දවසකට සයිකල් 10 ක් පමණ සිදු කරාවි. එවිට කෙටි කාලයකින් බැටරියේ සයිකල් ගණන සෙවිය හැකියි. මෙහි ඇති ප්‍රශ්නය වන්නේ බැටරිය වයසට යෑම නිසා ක්‍රමයෙන් ඇතිවන බැටරිය දුර්වල වීම නිසා බැටරියේ සයිකල් ගණනට ඉන් කෙරෙන බලපෑම අසු නොවීමයි. මින් ව්‍යංගයෙන් කියන්නේ අලුතින් නිපදවන බැටරි සමග පළ කරන සයිකල් දත්තය එතරම්ම නිවැරදි නොවිය හැකි බවයි. එහෙත් දශක ගණනක් තිස්සේ පාවිච්චි කළ බැටරි තාක්ෂණයන්වල දත්ත වඩා නිවැරදි වේ. ඊයේ පෙරේදා වැනි මෑතකදී සොයා ගත් බැටරි තාක්ෂණයන් ගැන ඉතා නිවැරදි දත්ත ලබා ගැනීමට තවත් අවුරුදු හත අටක්වත් යාවි.

දැන් යම් බැටරියක එම සයිකල්/වාර ගණනට පසුව එම බැටරිය ඉවත දැමිය යුතු බවද? නැහැ. ඇත්තටම මෙම අගයෙන් කියන්නේ දක්වා ඇති වාර ගණනක් චාජ්-ඩිස්චාජ් කළ පසුව බැටරියේ චාජ්

එක අල්ලලා සිටීමේ හැකියාව (හෙවත් ආරෝපණ ධාරිතාව/කැපැසිටි එක) එහි නියමිත (හෙවත් මුල්) අගයෙන් 80% දක්වා අඩු වන බවයි. ඒ කියන්නේ බැටරියේ මුල් ශක්තිය 100Wh වූවා නම්, එම වාර ගණනට පසුව දැන් එහි උපරිමව දැරිය හැකි ශක්තිය වන්නේ ඉන් 80%ක් වන 80Wh බවයි. ඒ කියන්නේ ඔබේ අවශ්‍යතාවේ හැටියට බැටරිය තව දුරටත් භාවිතා කළ හැකියි. දැන් ඔබට සිතේවි ධාරිතාව 20% දක්වා පමණ තෙක්ම බැටරිය භාවිතා කරන්නට පුලුවන් නේද කියා.

එහෙත් එසේද නොවේ. කාලය හා භාවිතයත් සමගම බැටරියේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයද ක්‍රමයෙන් වැඩි වෙනවා. එනිසා බැටරියේ තවමත් සැලකිය යුතු ශක්තියක් ඇතැයි සිතුනත්, බැටරිය භාවිතා කරන විට, අර ඉහල අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය විසින් එම ශක්තියෙන් විශාල පංගුවක් අපතේ යවනවා (මේ ගැන සවිස්තරාත්මකව බැටරි අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය ගැන කතා කරන විට බලමු). මෙම හේතුව නිසාම තමයි සාමාන්‍යයෙන් බැටරියේ උපරිම චාජ්-ඩිස්චාජ් සයිකල් ප්‍රමාණය තීරණය කිරීමේදී 80% වැනි ඉහල අගයක් ගෙන තිබෙන්නේ (එම අගය ලොකු වැඩියි නේද කියා ඔබට පෙනෙන්නේ ඔබ එහි දකින්නේ එක් පැත්තක් පමණක් නිසාය; අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය වැඩි වීම නිසා ඇති වන ගැටලුව එහි පෙනුනේ නැති නිසා). යොදා ගන්නා බැටරි වර්ගය (රසායනය අනුව), ප්‍රායෝගිකව ඔබ එම කියූ වාර ගණනට වඩා වැඩි වාර ගණනක් ඇත්තටම බැටරිය තවමත් භාවිතා කළ හැකි වේවි.

තවද, එම වාර ගණන වලංගු වන්නේ බැටරිය ෆුල් චාජ් හා ෆුල් ඩිස්චාජ් කරනවා නම්ය. මෙය deep charging හා deep discharging ලෙස හැඳින් වෙනවා. පොදුවේ deep cycle ලෙසද එය හැඳින්වෙනවා. එහෙත් ඔබ චාජ් කරන්නේ හා ඩිස්චාජ් කරන්නේ භාගෙට නම්, බැටරියේ සඳහන් කර ඇති වාර ගණනට වඩා වැඩි වාර ගණනක් ඔබට ලැබේ. එසේ වැඩි පුර ලැබෙන වාර ගණන තීරණය වන්නේ ඔබ චාජ් කරන හා ඩිස්චාජ් කරන මට්ටම අනුවයි. උදාහරණයක් ලෙස, බැටරිය 50% ක් දක්වා ඩිස්චාජ් කර, නැවත 100% දක්වා චාජ් කළේ නම්, මෙතැන සම්පූර්ණ එක් සයිකල් එකක් නොව සයිකල් භාගයක් පමණයි සිදු වී තිබෙන්නේ. එවැනි චාජ් කිරීම් දෙකක් කළ විටයි දැන් එක් සයිකල් එකක් වන්නේ. ඔබ ඩිස්චාජ් කළේ 10% කින් නම් (එවිට නැවත චාජ් කිරීමට තිබෙන්නේද 10% කි), එතැන ඇත්තේ සයිකල් 0.1 කි. එවිට, මෙවැනි චාජ් කිරීම 10 ක් කළ විටයි, එක් සයිකල් එකක් බවට පත් වන්නේ. ඔබ ඩිස්චාජ් කරන මට්ටම depth of discharging (DOD) ලෙස හැඳින් වෙනවා. DOD එක 1% නම්, එවැනි අවස්ථා 100 ක් කළ විටයි, එක් සයිකල් එකක් වන්නේ. මේ ආකාරයට ඔබට දැන් සිතා ගත හැකි විය යුතුයි සයිකල් එකක් ගණනය කරන්නේ කෙලෙසද කියා.

ඕනෑම බැටරියක් (ප්‍රයිමරි හා සෙකන්ඩරි) භාවිතා නොකර නිකං තිබ්බත් එහි උපරිම ජීව කාලයක් තිබෙනවා. මීට හේතුවත් කාලයත් සමග ස්වභාවයෙන්ම බැටරියේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය ඉහල යාමයි. උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට, මෙම ක්ෂය වීම තවත් වේගවත් වේ (සෙල්සියස් අංශක 10 ක වැඩිවීමකදී මෙම ක්ෂය වී යෑම දෙගුණ වේ). මෙලෙස බැටරියක් ක්ෂය වීම නිසා, එහි මුල් ධාරිතා අගයෙන් 80% දක්වා ධාරිතාවක් දක්වා බැටරිය දුර්වල වූ විට, එම බැටරියේ ආයු කාලය නිම විය යුතු යැයි සම්මතයක් ලෙස පවතිනවා. මෙම ආයු කාලය battery shelf life ලෙස හැඳින් වෙනවා.

ඕනෑම බැටරියක් ගත් විට, වැදගත් සාධක කිහිපයක්ම පවතී.

1. හොඳින් ආරෝපිත අවස්ථාවේදී ලැබෙන වෝල්ටියතාව - මෙය බැටරියේ උපරිම වෝල්ටියතාවද වේ. බැටරිය බසින විට මෙම වෝල්ටියතාව ක්‍රමයෙන් අඩු වේ (ප්‍රයිමරි බැටරිවල). සෙකන්ඩරි බැටරිවලදී බැටරිය සෑහෙන්න බසින තුරු මෙම වෝල්ටියතාව එතරම් අඩු නොවන බවද සිහිතබා ගන්න. මෙවැනි හැසිරීමක් (එනම් බැටරිය බසින විටත් බැටරි අග්‍ර දෙකෙහි පවතින වෝල්ටියතාව අඩු නොවීම) flat discharge curve ලෙස හැඳින්වෙන බවද ඔබ දැන් දන්නවා.

2. බැටරියේ විදුලි ශක්ති ධාරිතාව (capacity) - බැටරියක් හොඳින් චාජ්වී ඇතිවිට උපරිම ධාරිතාව එහි ඇත (එනම් උපරිම කූලෝම් ප්‍රමාණයක් එහි ගබඩා වී පවතිනවා). බසින විට ධාරිතාව ක්‍රමයෙන් අඩු වේ. ඕනෑම විදුලියක් හටගන්නේ ආරෝපණ (charge) නිසාය. ඒ කියන්නේ ධාරිතාව වැඩියි යනු වැඩිපුර ආරෝපණ ගබඩා කරගැනීමයි. එවිට, ධාරිතාව මැනිය යුත්තේ තිබෙන ආරෝපණ ප්‍රමාණය ගණනය කිරීම මඟින් නේද? (කූලෝම් නම් ඒකකයෙන්). ඔව්.

එහෙත් බැටරිවල ධාරිතාව මැනීමට වෙනත් ක්‍රමයක් තමයි නිතරම භාවිතා කරන්නේ. එය ඇම්පියර්-පැය (Ampere-hour – Ah) නම් ඒකකයි. කූලෝම්වලින් මැන්න විට ඉන් අපට එකවර කිසිදු ප්‍රායෝගික වටිනාකමක් සිහි නොවේ. එහෙත් ඇම්පියර්අවර් යැයි කී විට ප්‍රායෝගිකව ප්‍රයෝජනයක් එහි ඇත. ඇම්පියර්-අවර් 1 ක් යනු, ඇම්පියර් 1 ක ධාරාවක් එක පැයක් පුරාවට ලබා දිය හැකි බවයි (1Amp x 1 hour = 1Ah). එයම අපට මෙසේත් සිතිය හැකියි - ඇම්පියර් 2 ක ධාරාවක් පැය භාගයක් පුරාවට ලබා දිය හැකියි (2Amp x 0.5 hour = 1Ah). මෙසේත් කිව හැකියි මිලිඇම්පියර් 1 බැගින් පැය 1000 ක් පුරාවට ලබාදිය හැකියි (0.001Amp x 1000 hours = 1Ah). මේ ආදී ලෙස ධාරාව හා කාලය ගැන අපට ඉන් අදහසක් ගත හැකියි. සිතා බලන්න කූලෝම්වලින් එය කීවා නම්, එකවර මෙවැනි හැඟීමක් ඔබට ඉන් ලැබෙනවාද? නැත.

එහෙත් ඇම්පියර්අවර්වලින් එය කීවත් ඇම්පියර්අවර් කියන්නේද කූලෝම්ම තමයි. ඔබ දන්නවා ධාරාව = ආරෝපණය/කාලය නිසා, ආරෝපණ = ධාරාව x කාලය වේ. ඒ කියන්නේ ඇම්පියර් x පැය යනු ආරෝපණ නේද?

බැටරි කුඩාවන විට, ඒවායේ ධාරිතාව මිලිඇම්පියර්අවර් (mAh) වලින්ද සාමාන්‍යයෙන් දක්වනවා. මිලිඇම්පියර්අවර් 1000 ක් ඇම්පියර්අවර් 1 ක් බව ඔබට සිතාගත හැකියිනෙ. ෆෝන් බැටරියක් හෝ සාමාන්‍ය කුඩා බැටරියක් අරං බලන්න මෙම අගය දක්වා තිබේවි. යම් බැටරියක මෙම අගය වැඩිවන තරමට හොඳයි.

විවිධ බැටරි සසඳන විට මෙම අගය වැදගත් වෙනවා. ආකාර කිහිපයකින් සැසඳිය හැකියි. එකක් නම්, මිල සැසඳීමයි. විවිධ බැටරි වර්ගවල මිල සැසඳීමට මින් හැකි වෙනවා. එනම්, ඇම්පියර්අවර් එකකට කොපමණ මිලක් ගෙවිය යුතුද යන්නයි (price/Ah). බැටරි නිෂ්පාදකයන් සේම පාරිභෝගිකයන්ට අවශ්‍ය අඩුම මුදලට වැඩිම Ah අගයකි. බැටරි තාක්ෂණය දියුණුවත්ම මෙම අගය (price/Ah) එන්න එන්නම අඩු වේ.

තවත් සැසඳීමක් තමයි, කිලෝග්‍රෑම් (හෝ ග්‍රෑම්) එකකට කොපමණ Ah ප්‍රමාණයක් ගබඩා කර ගත හැකිද යන්නයි (Ah/kg). මෙම අගය වැඩි වෙන තරමට සැහැල්ලු බැටරි ලැබෙන බව සිතාගත හැකියි නේද? මෙය පසුවට හමුවන Wh/kg යන ඒකකයටද නෑකම් කියන්නකි.

3. බැටරියක පවතින ශක්තිය (energy) - මින් කියන්නේ බැටරිය උපරිමව චාජ් වී තිබෙන විට, එහි ඇති උපරිම ශක්ති ප්‍රමාණයයි. බැටරිය බසින විට ශක්තියද ක්‍රමයෙන් අඩු වේ. ශක්තිය මනින සම්මත ඒකකය වන්නේ ජූල්ය. එහෙත් බැටරිවලදී ඒ වෙනුවට වොට්අවර් (Watt-hour – Wh) නම් ඒකකය භාවිතා වේ. ඊට හේතුවත් පෙර ධාරිතාව ගැන කී දේමයි - එනම් වොට්අවර් කී විට ඉන් ප්‍රායෝගික වටිනාකමක් එකවර පෙනෙන අතර, ජූල් කී විට එවැනි හැඟීමක් එකවර නොලැබේ.

වොට්අවර් එකක් යනු වොට් 1 ක් පැයක් පුරාම ලබා දිය හැකි බවයි (1Wh = 1Watt x 1 hour). එවිට, වොට් 4 ක් පැය කාලක් පුරාද (1Wh = 4W x 0.25 hour), මිලිවොට් 1 ක් පැය 1000 ක් පුරාද (1Wh = 0.001W x 1000 hours) ලබාදිය හැකිවෙයි. මේ ආදී ලෙස එම ගණනය කිරීම් කළ හැකියි.

ඔබ දන්නවා ක්ෂමතාව (වොට්) = ශක්තිය/කාලය බව. එනිසා, ශක්තිය = ක්ෂමතාව x කාලය නිසා, වොට් x පැය වලින් කියන්නේද ශක්තිය නේද? වොට්පැය වෙනුවට අවශ්‍ය නම් වොට්තත්පර (Ws) යන ඒකකයද කුඩා ශක්ති ගැන කතා කරන විට භාවිතා වෙනවා (එවිට, 60x60 Ws = 3600Ws = 1Wh වේ). තවද, විශාල ශක්ති සඳහා කිලෝවොට්අවර් (kWh) යන ඒකකයද භාවිතා වෙනවා (1kWh = 1000Wh). විදුලිබල මණ්ඩලයෙන් ලබාදෙන විදුලිමීටර්වල ශක්තිය මනින්නේ මෙම ඒකකයෙනි (විදුලි මීටරය බලන්න). විදුලි බිල සකස් කිරීමේදී ඒකක (unit) 1 ක් යනු කිලෝවොට්අවර් 1 කි.

මීට පෙර බැටරිය ගැන කතා කළ වෝල්ටියතාව හා ධාරිතාව යන දෙක එකට වැඩි කළ විට ලැබෙන්නේද මෙම ශක්තියම තමයි. වෝල්ටියතාව x ඇම්පියර් = ක්ෂමතාව (වොට්) වන නිසා, වෝල්ටියතාව x ඇම්පියර්-පැය = ක්ෂමතාව x පැය (වොට්අවර්) වේ.

පහත රූපයේ ඉහත කතා කළ අගයන් සියල්ලම පැහැදිලිවම දක්වා තිබෙනවා.



මෙම ඒකකය ආශ්‍රයෙන්ද බැටරි සැසඳිය හැකියි. කිලෝග්‍රෑමයකට ගබඩා කරගත හැකි ශක්තිය (Wh/kg) යන්න බහුලවම භාවිතා වන ඒකකයි. මෙය බැටරියේ ශක්ති ඝනත්වය (energy density හෝ specific energy) ලෙස හැඳින්වෙනවා. මෙම අගය වැඩිවන තරමට බැටරිය කුඩා හා සැහැල්ලු වේ. මෙය ඉහත Ah/kg යන ඒකකයට නෑකම් කියන මිම්මකි (එහෙත් Wh/kg හා Ah/kg යන මිම් දෙක එකක් නොව දෙකකි).

තවද, විවිධ බැටරි වර්ගවල මිල සැසඳීමටත් වොට්අවර් එකක මිල (cost/Wh) යන ඒකකය යොදා ගැනේ. බැටරි තාක්ෂණය දියුණුවත්ම මෙම අගය අඩු වේ (එවිට හොඳ බැටරි අඩු මුදලක මිල දී ගත හැකියි).

4. අඛණ්ඩව තත්පරයකට ලබා ගත හැකි උපරිම ධාරාව හෝ වොට් ගණන - මෙය සමහර බැටරිවල සඳහන් කරන්නේ නැත. එහෙත් මෙයත් වැදගත් සාධකයක්. උදාහරණයක් ලෙස 1 වොට්අවර් බැටරියක් ගමු. පෙරත් පෙන්වාදුන් පරිදි ඉන් කියන්නේ පැයක් තුළ වොට් 1 ක් ඉන් ලබාගත හැකි බවයි. තවද, පැය 1000 ක් තුළ මිලිවොට් 1 ක් ගත හැකි බවද, වොට් 1000 ක් පැය 0.001 (හෙවත් තත්පර 3.6 ක්) පුරාවට ලබාගත හැකි බවද ඉන් ගණනය කරන්නට පුලුවන්. මෙන්න මෙතැන තමයි අවුල හටගන්නේ. ගණිතය අනුව එය හැකි වුවත් ප්‍රායෝගිකව එය කළ නොහැකි වන්නට පුලුවන්. උපමාවකින් එය පැහැදිලි කරගමු. ඔබට පැයක් තුළ වලවල් 100 ක් කැපීමට තරම් හැකියාවක් තිබෙනවා යැයි සිතන්න. එවැනි වලවල් ප්‍රමාණයක් ඔබට කැපීමට හැකියාව තිබෙන බව කවුරුත් පිළිගත්තත්, ඔබට තත්පර 1 ක් තුළ එම වලවල් 100 කැපීමට බැහැ නේද? ඔබට වලවල් 100 ක් කැපීමට හැකියාවක් තිබෙන නමුත්, එය කැපීමේ උපරිම වේගයක්ද ඔබට තිබෙනවා. ඔබ එම වේගයෙන් සීමා වෙනවා. බැටරියත් එසේමයි. ඊට පිට කල හැකි උපරිම ක්ෂමතාවක් තිබෙනවා.

බැටරිය තුළ සිදුවන්නේ රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක්. ඉතිං එම ප්‍රතික්‍රියාව සිදුවන යම් වේගයක් තිබෙනවා. එහි උපරිම වේගය අනුව, බැටරියෙන් පිට කළ හැකි උපරිම ශක්ති ප්‍රමාණය සීමා වෙනවා. බැටරියක් රත් කරන/වන විට, මෙම ප්‍රතික්‍රියාව තරමක් වේගවත් වීමෙන් බැටරියෙන් පිටතට යවන ක්ෂමතාවද තරමක් ඉහල යනවා. එහෙත් මේ සමගම බැටරියේ ආයුකාලය අඩුවෙනවා. එනිසා වැඩි ක්ෂමතාවක් ලබා ගැනීමට බැටරි රත් කිරීමෙන් වලකින්න. සමහරවිට බැටරි පුපුරා යෑමටද ඉන් හැකියි. (වැඩි ක්ෂමතාවක අවශ්‍ය නම් එවැනි අවශ්‍යතා වෙනුවෙන් සෑදූ බැටරියක් යොදා ගන්න.)

මෙම උපරිම ක්ෂමතාවට හේතුව බැටරියෙන් එළියට ධාරාව පිට කිරීමට තිබෙන වේග සීමාවයි. එනිසා මතක තබා ගන්න වොට්අවර් ගණනය කිරීම අනුව ගණිතානුකූලව ඔබට අතිවිශාල ජවයක් (ඒ කියන්නේ ධාරාවක්) කුඩා කාලයකින් ලබා ගත හැකියි වගේ පෙනුනත්, ප්‍රායෝගිකව බැටරියකින් පිටතට ධාරාව පිට කිරීමේ සීමාවක් ඇත. මෙම සීමාව C-rating ලෙස හැඳින්වෙනවා. එය සූත්‍රයක් ලෙස පහත ආකාරයට දැක්විය හැකියි.

උපරිම ධාරාව = (සී-රේටිං අගය)(බැටරි Ah ධාරිතාව) $\mathbf{I_{max} = C\text{-}rating \times Ah}$

සාමාන්‍යයෙන් සී අගය ප්‍රතිශතයක් වශයෙනුයි දක්වන්නේ. උදාහරණයක් ගෙන බලමු. 2000 mAh බැටරියක සී අගය 40% වේ. මෙම බැටරියෙන් තත්පරයකට ලබා ගත හැකි උපරිම ධාරාව කොපමණද? ඉහත සූත්‍රය අනුව, ධාරිතාව සී අගයෙන් වැඩි කළ විට උපරිම ධාරාව ලැබේ.

උපරිම ධාරාව = 40% x 2000 = 0.4 x 2000 = 800mA වේ. ධාරිතාව ලබාදී තිබුණේ mAh වලින් නිසා ලැබෙන පිළිතුරත් mA විය යුතුය. මින් කියන්නේ තත්පරයට මිලිඇම්පියර් 800 බැගින් මෙම බැටරියෙන් ධාරාව එළියට ලබා දිය හැකි බවයි. මීට වඩා වැඩි අගයක් ගතහොත් බැටරිය විනාශ වී යනවා. මෙම ප්‍රමාණයෙන් බැටරියෙන් ධාරාව ගතහොත් එය 2000/800 = 2.5 පැය ගණනක් අඛණ්ඩව විදුලිය ලබාගත හැකියි නේද?



සමහර බැටරිවල ඉතා කුඩා කාලයක් සඳහා පමණක් බැටරියේ උපරිම ක්ෂමතාවට වඩා වැඩි ක්ෂමතාවක් ලබා ගත හැකියි (පල්ස් එකක්). එහෙත් එය ඉතා කුඩා කාලයකට පමණි. එම කුඩා කාලයට පසුව බැටරියෙන් ලබා ගත යුත්තේම එහි උපරිම ක්ෂමතාවට වඩා අඩු අගයකි.

සමහර උපකරණ (කැමරා, මෝටර් වැනි) තිබෙනවා එය ක්‍රියාත්මක වන මොහොතේ එකවර අධික ධාරාවක් ලබා ගන්නා. ඒ කියන්නේ එවැනි උපකරණවලට වැඩි සී අගයක් තිබෙන බැටරියි යොදන්නට සිදුවන්නේ. ඒවා මිලෙන්ද වැඩිය. වැඩි සී රේට් එකක් තිබෙන බැටරි වෙනුවට අවශ්‍ය නම් ඉහත කියූ ලෙසම කුඩා කාලයක් තුළදී වැඩි ක්ෂමතාවක් පිට කළ හැකි බැටරි වුවත් මෙවැනි අවස්ථාවක යෙදිය හැකි වීමට පුලුවන්.

බැටරියෙන් පිටතට ධාරාව ගැනීමේදී ඉහත ආකාරයට සී රේට් එකක් (discharging c-rate) සේම, බැටරියට ධාරාව ඇතුලු කිරීමේදීද සී රේට් එකක් (charging c-rate) ඇත. බොහෝවිට මෙම චාජිං සී රේට් එක ඩිස්චාජිං සී රේට් එකට වඩා අඩුය (ඒ කියන්නේ උපරිම ඩිස්චාජ් වන වේගයට වඩා උපරිම චාජ් වන වේගය අඩුය).

ඕනෑම බැටරියක් පරිස්සමින් පරිහරණය කළ යුතු උපාංගයකි. ඒවා ගිනි ගැනීමට, පිපිරීමට ආදිය ලක් විය හැකියි නිසි පරිදි පරිහරණය නොකළොත්. බැටරි නිෂ්පාදකයන් ඒවා ඇත්තටම සාදන්නේ විශාල ආරක්ෂක සම්මතයන් රැසකට යටත්වයි. ඔබ සිතනවාට වඩා විශාල ආරක්ෂිත උපක්‍රම ප්‍රමාණයක් බැටරියෙන් සිදුවිය හැකි අනතුරු වැලැක්වීමට බැටරි නිෂ්පාදකයන් යොදා ගන්නවා. එසේ වුවත්, බැටරි අග්‍ර ෂෝට් වීම, අධික උෂ්ණත්වය යටතේ බැටරිය තැබීම/ක්‍රියාත්මක කිරීම වැනි ඔබ විසින් සිදු කරන භයානක ක්‍රියා වැලැක්විය හැක්කේ ඔබට පමණි. තවද, බැටරි සමග වැඩ කිරීමට කුඩා ළමුන්ට

ඉඩ නොතබන්න. කුඩා පෙන්ටෝච් බැටරියක් පවා ෂෝට් කර පහසුවෙන් ගිනි ඇවිලෙන සුලු රෙදි වැනි දෙයක් සමග තැබූ විට ගින්නක් හට ගත හැකියි. බැටරියේ ගබඩා වී තිබෙන ශක්තිය වැඩි වන්නට වන්නට එය වැඩි වැඩියෙන් ආරක්ෂා කර ගත යුතුය (විශේෂයෙන් ෂෝට් වීමෙන් හා උෂ්ණත්වය ඉහල යෑමෙන්).

තවද, බැටරිවල ඇති රසායනික අනතුරුදායක විය හැකි නිසාම බැටරි සාදා තිබෙන්නේ ගැලවීමට නොහැකි පරිදියි. එනිසා ඒවා කපන්නට හෝ ගලවන්නට යෑම නුසුදුසුය. බැටරි ගින්දරකට දැමීමත් ඉතා භයානක විය හැකියි. එසේම එය වේගයෙන් පොලොවෙ ගැසීම හෝ පීඩනයකට ලක් කිරීමත් භයානක විය හැකියි. ලෝහ කැබැලි, ඇන, හෝ වෙනත් සන්නායක කොටස්/කුඩු ආදිය තිබෙන පෙට්ටි/මලු/තැන්වල බැටරි තබන්නත් එපා (ෂෝට් විය හැකියි).

කිසිවිටක බැටරි අග්‍රවලට ඍජුවම සන්නායක/වයර් ඊයම් මඟින් පාස්සන්නට එපා. බවුතයේ තාපය නිසා බැටරියට හානි සිදු විය හැකි සේම, ඔබටද හානි ඇති විය හැකියි. බැටරි සම්බන්ධ කරන ටැබ් (tab) හෝ ක්ලිප් (clip) හෝ battery compartment (බැටරි දාන කුඩා පෙට්ටි) හෝ battery holder ආදිය ඒ සඳහා භාවිතා කරන්න. විවිධ වර්ගයේ බැටරිවලට ගැලපෙන බැටරි පෙට්ටි/හෝල්ඩර් ඇත. බැටරි 1, 2, 3 ආදී වශයෙන් දැමිය හැකි ලෙසට ඒවා ගත හැකියි.



බැටරි ඕනවට වඩා චාජ් කරන්නට හෝ චාජ් වෙමින් තිබෙන්නට හරින්න එපා. එය විදුලිය අපතේ යෑමක් මෙන්ම බැටරිය රත් වී විනාශ වීමටද හේතුවක් වේ. වෙළඳපොලේ රුපියල් සීයට දෙසීයට පමණ ඇති චාජර් පරිස්සමින් භාවිතා කරන්න. ඒවා විසින් "ඔහේ" බැටරි චාජ් කරනවා පමණි. එවැනි ලාභ චාජර් විසින් බැටරිය චාජ් වූවාට පසුව හෝ බැටරිය කොතරම් රත් වුවත් චාජ් වීම නතර කරන්නේ නැත. එහෙත් හොඳ වර්ගයේ චාජර් මේ දෙකම සිදු කරනවා. උපරිම චාජ් වූවාට පසුව හෝ උෂ්ණත්වය ඉහල යන විට චාජ් වීම නතර කරනවා හෝ අඩු කරනවා. සාමාන්‍යයෙන් හොඳ චාජරයක් නම්, යොදන බැටරිය අනුව චාජ් කරන ක්‍රමය වෙනස් වේ.

බැටරියක් ඊට නියමිත ධාරා හා වෝල්ටියතා පමණක් යොදාගෙන චාජ් කළ යුතුයි. එසේ නැති වුවොත් බැටරියේ ආයුකාලය ක්‍රමයෙන් අඩු වෙනවා. විවිධ බැටරි වර්ගවල මෙම චාජ් කරන නියමිත ධාරා හා වෝල්ටියතා ප්‍රමාණයන් වෙනස්ය. එනිසා ඒ ඒ බැටරි වර්ගයට ගැලපෙන චාජර් එකක් ගැනීම වැදගත්. එක් වර්ගයක බැටරියක් චාජ් කරන චාජරයකින් තවත් වර්ගයක බැටරියක් චාජ් කිරීම සුදුසු නැත. සමහර මිල වැඩි චාජර් තිබෙනවා විවිධ වර්ගයේ බැටරි ගණනාවක්ම චාජ් කළ හැකි (එවැනි චාජරයක් නම් ඒ බව එහි සටහන් කර තිබෙනවා).



සටහන
බැටරි චාජ් කරන ප්‍රධාන ක්‍රම 3 ක් තිබෙනවා.

1. නියත වෝල්ටියතා ක්‍රමය (constant voltage method) - මෙහිදී බැටරි අග්‍ර දෙකට ලබා දෙන වෝල්ටියතාව බැටරිය චාජ් කරන සම්පූර්ණ කාලය මුලුල්ලේම නියතව පවතී. බැටරියේ උපරිම වෝල්ටියතාව හෝ ඊට වඩා කුඩා ප්‍රමාණයක් වැඩි වෝල්ටියතාවකුයි මෙහිදී පවත්වාගෙන යන්නේ. වෝල්ටියතාව නියතව පවත්වා ගෙන ගියත්, ධාරාව එම කාලය පුරාවට විචලනය වේ.

2. නියත ධාරා ක්‍රමය (constant current method) - චාජ් වන කාලය පුරාවටම චාජිං කරන්ට් එක නියත වේ. එහෙත් වෝල්ටියතාව විචලනය වේ.

3. ට්‍රිකල් චාජිං ක්‍රමය (trickle charging) - මෙහිදී උපකරණය චාජ් වන්නේ "පොඩ්ඩ පොඩ්ඩ" වශයෙනි. ඉතා දිගු කාලයක් පුරාවට චාජ් වීම හෙමින් හෙමින් සිදු වේ. විශේෂයෙන් වැඩි කාලයක් හෝ දිගටම හෝ ප්‍රධාන විදුලියකට සම්බන්ධ බැටරි (standby battery) මේ ක්‍රමයට චාජ් වේ. ප්‍රධාන විදුලිය ඇනහිටියොත් මෙම බැටරියෙන් උපකරණයට විදුලිය යම් කාලයක් පුරාවට සපයනු ලැබේ. නැවත ප්‍රධාන විදුලිය ලැබුණු විට ට්‍රිකල් ක්‍රමයට බැටරිය නැවත චාජ් වේ. UPS එක, ලැප්ටොප් බැටරි ආදිය චාජ් වෙන්නේ මේ ක්‍රමයටයි.

සමහර බැටරි වර්ගවලට ඉහත ක්‍රම කිහිපයක්ම යෙදිය යුතු වෙනවා. උදාහරණයක් ලෙස, බැටරිය යම් අගයක් දක්වා චාජ් වීමට එක් ක්‍රමයකුත්, එතැන් සිට තවත් අගයක් දක්වා චාජ් වීමට තවත් ක්‍රමයකුත්, එතැන් සිට තවත් ක්‍රමයකුත් ආදී වශයෙන් එම බැටරිය චාජ් කළ යුතු වෙනවා (එම බැටරිය දීර්ඝ කාලීනව හොඳින් පවත්වාගෙන යෑමට අවශ්‍ය නම්). බැටරිය චාජ් වන විවිධ අවස්ථා (stages) මතක තබා ගෙන ඒ එක් එක් අවස්ථාවට යොදාගත යුතු චාජිං ක්‍රමය වෙනස් කිරීමේ හැකියාව charge profile ලෙස හැඳින්වෙනවා. ඒ කියන්නේ "බුද්ධිමත් චාජර්" (smart chargers) චාජ් ප්‍රොෆයිල් එකකට අනුවයි චාජ් කරන්නේ. බාල වර්ගයේ ලාබ චාජර්වල මෙම හැකියාව නැත. ඒ ඒ බැටරි වර්ගයේ චාජ් ප්‍රොෆයිල් වෙනස් වේ. මෙලෙස චාජ් ප්‍රොෆයිල් කිහිපයක් වුවත් අනුගමනය කරන චාජර්

වර්ගද තිබෙනවා (ඒවායින් විවිධ බැටරි වර්ග චාජ් කළ හැකියි).

fast charging නම් ක්‍රමයකින්ද බැටරි ඉක්මනින් චාජ් කළ හැකියි. බැලූබැල්මට එය අනර්ඝ වේගවත් පහසු ක්‍රමයක් සේ පෙනුනත් බැටරිය පැත්තෙන් එය අනර්ථකාරී ආරෝපණ ක්‍රමයකි. ඊට හේතුව මෙයයි. සාමාන්‍යයෙන් බැටරියක් ඩිස්චාජ් වීමේ (එනම් පිටතට ධාරාව යැවීමේ) උපරිම වේගයක් පවතිනවා සේම, බැටරියක් චාජ් කිරීමේද උපරිම වේගයක් ඇත (සී රේටිංස්). බැටරිය තුළ පවතින රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවලට එය ස්වාභාවිකව සිදුවන වේගයෙන් සිදුවීමට ඉඩ දිය යුතුය. එහෙත් ෆාස්ට් චාජිං ක්‍රමයකදී "බලහත්කාරයෙන්" එම ප්‍රතික්‍රියා සිදු කරවයි. එවිට අවශ්‍ය ප්‍රතික්‍රියා සේම අනවශ්‍ය ප්‍රතික්‍රියාද ඇති වී බැටරිය තුල තාවකාලික මෙන්ම සදාකාලික රසායනික වෙනස්කම් සිදු කරයි. එවිට බැටරිය ක්‍රමයෙන් මිය යනවා.

බැටරි ධණ ඍණ වරද්දවා සම්බන්ධ කරන්නට එපා. එය උපකරණය විනාශ වී යෑමට හේතුවක් වේවි. විශේෂයෙන් විශාල බැටරි (කාර් බැටරි වැනි) සම්බන්ධයෙන් මෙය ඉතාම වැදගත්ය. බැටරියකින් ලබා ගත හැකි උපරිම ධාරා ප්‍රමාණයට වඩා ගන්නට උත්සහ කරන්නත් එපා (එවිට බැටරිය අධිකව රත් වී විනාශ වේ).

සෙල් කිහිපයක් එකට එකතු කර බැටරියක් සාදා ගන්නා සේම, බැටරි කිහිපයක් වුවද එකට එකතු කළ හැකියි (මෙවිට ලැබෙන්නේ battery pack එකකි). එසේ එකතු කළ හැකි මූලික ක්‍රම දෙකකි - ශ්‍රේණිගත හා සමාන්තරගත. මෙම ක්‍රම දෙකෙන් අපට ලැබෙන්නේ වෙනස් ගතගුණයන් වුවත් කුමන ක්‍රමයට සම්බන්ධ කළත් ඇති පොදු ලක්ෂණය නම් බැටරිවල ශක්තින් එකතු වන බවයි (එය ඉතිං පැහැදිලියිනෙ මොකද බැටරි එකට ක්‍රියාත්මක වන විට, ඒ සියල්ලේම ශක්තිය එක්වෙනවා).

කුමන ආකාරයකින් සම්බන්ධ කළත්, රැකිය යුතු කොන්දේසි කිහිපයක් තිබේ.

1. හැමවිටම එකම වෝල්ට් ගණන සහිත බැටරි යොදන්න. උදාහරණයක් ලෙස, එක බැටරියක් වෝල්ට් 1.5 ක් හා තවත් එකක් වෝල්ට් 2 ක් ලෙස ගෙන ඒවා ශ්‍රේණිගතව හෝ සමාන්තරගතව නොයොදන්න. විවිධ වෝල්ටියතාවන් සහිත විට, වැඩි වෝල්ටියතාව සහිත බැටරිය විසින් අඩු වෝල්ටියතා සහිත බැටරි චාජ් කරන්නට පෙළඹීම නිසා බැටරි පැක් එක රත් වී අකාර්යක්ෂම වේවි.

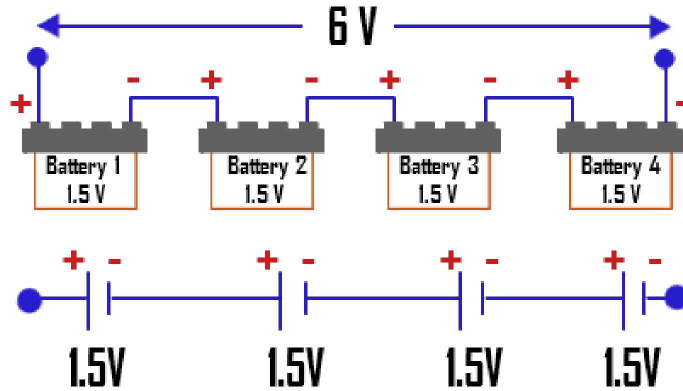
2. අලුත් හා භාගෙට බැහැපු බැටරි එකට සම්බන්ධ කරන්න එපා. හැමවිටම අලුත් බැටරි යොදන විට, පැක් එකේ සියලුම බැටරි ගලවා අලුත් බැටරි යොදන්න. සමහර බැටරි බැස ඇති නිසා, ඒවායේ වෝල්ටියතාවන් අලුත් ඒවාට වඩා අඩු වේ. එවිට, පෙර පළමු කොන්දේසිය කැඩේ.

යම් පැක් එකක එක් බැටරියක් නරක් වී ඇති විටද, නරක් වෙච්ච බැටරිය විතරක් වෙනස් කිරීමද සුදුසු නොවන බව පේනවා. එහෙත් මෙලෙස කිරීම මිල අධික ක්‍රමවේදයක් බැටරි පැක් එක විශාල වන විට. එවිට, විශේෂිත උපක්‍රම/පරිපථ යොදාගෙන තනි තනි බැටරි වෙනස් කිරීමට හැකියාවද ඇති කර ගත හැකියි. එහෙත් අප භාවිතා කරන පරිගණක හා සියලුම ගෙදරදොර උපකරණවලදී බැටරි පැක් විශාල නොවන නිසා, එවැනි උපක්‍රම බොහෝවිට නොමැත.

3. වෝල්ට් ගණන සමාන වුවද, විවිධ ජාතියේ බැටරි නොයොදන්න (හැකි හැමවිටම එකම ජාතියේ පමණක් නොව, සියලුම බැටරි එකම නිෂ්පාදකයාගේ (බ්‍රෑන්ඩ් එක) ඒවාම යොදන්න). උදාහරණයක් ලෙස, එක් බැටරියක් ඇල්කලයින්ද තවත් එකක් ලිතියම්ද ඇති බැටරි 2 ක් එකට සම්බන්ධ කරන්නට එපා. විවිධ ජාතියේ බැටරි ඩිස්චාජ් වන්නේ වෙනස් වෙනස් වේගවලින්ය. එවිට, ටික මොහොතකට පසුව, බැටරි පැක් එකේ වෙනස් වෙනස් බැටරිවල වෝල්ටියතාවන් වෙනස් වේවි. එවිට පළමු කොන්දේසිය කැඩේ.

4. තවද, වෝල්ටියතාව, වර්ගය පමණක් නොව, ඇම්පියර්අවර් අගය, සී අගයද සමාන බැටරි යොදන්න. මෙම කොන්දේසියෙන් ව්‍යංගයෙන් කියන්නේ බැටරි එකේ සයිස් එකද සමාන විය යුතු බවයි.

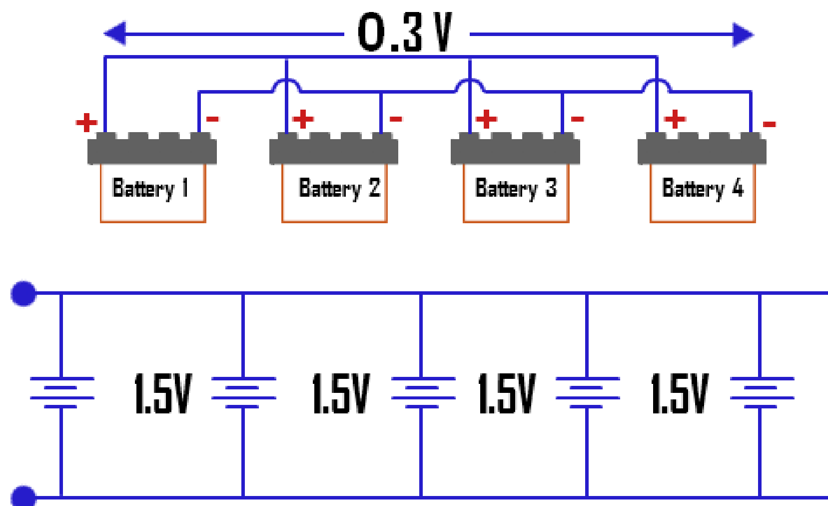
බැටරි දෙකක් හෝ කිහිපයක් ශ්‍රේණිගතව සම්බන්ධ කළ විට, එම බැටරිවල වෝල්ටියතාවන් එකතු වේ. උදාහරණයක් ලෙස 1.5 වෝල්ට් බැටරි 2 ක් ශ්‍රේණිගතව සම්බන්ධ කළ විට, අපට වෝල්ට් 3 ක බැටරියක් (බැටරි පැක් එකක්) ලැබේ. මෙහිදී එක් බැටරියක ධන අග්‍රය තවත් බැටරියක ඍණ අග්‍රයට සම්බන්ධ කෙරේ.



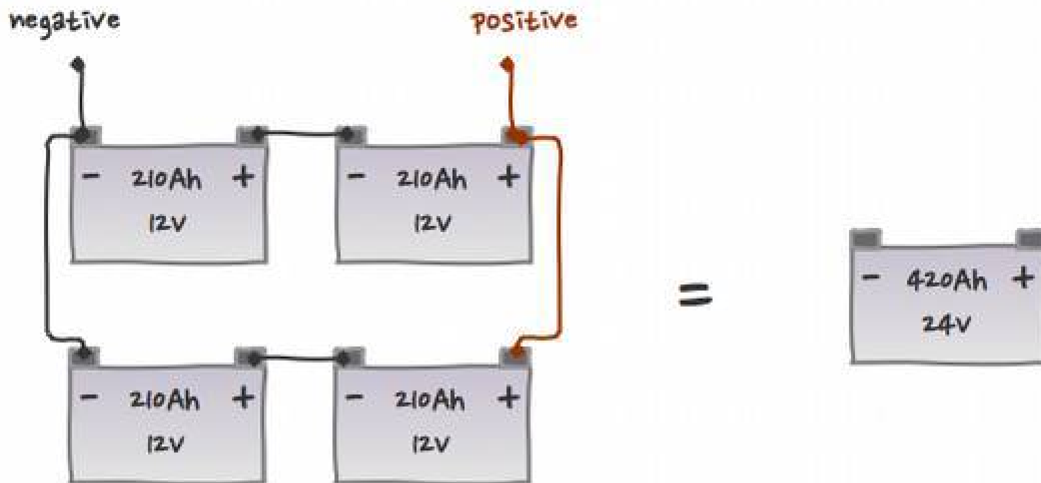
මෙහිදී බැටරි පැක් එකෙන් පිටතට ලබා දෙන ඇම්පියර් ගණන වෙනස් නොවේ. එනම්, තනි බැටරියෙන් ලැබුණු ඇම්පියර් ගණනමයි ශ්‍රේණිගත බැටරි පැක් එකෙන් ලැබෙන්නෙත් (ඇම්පියර් ගණන වැඩි කිරීමට තමයි සමාන්තරගත සම්බන්ධතාව තිබෙන්නේ). ඒ කියන්නේ බැටරි පැක් එකේ Ah/mAh අගය තනි බැටරියේ අගයම විය යුතුයි.

එහෙත් පැක් එකේ වොට් ගණන (එනම් Wh අගය) වැඩි වේ. ඊට හේතුව පැක් එකේ වෝල්ට් ගණන වැඩි වීම බව ඔබට වැටහෙනු ඇත. වෝල්ට් x Ah = Wh නිසා, Ah වෙනස් නොවූවත් වෝල්ට් වැඩි වූ නිසා, Wh වැඩි වෙනවා.

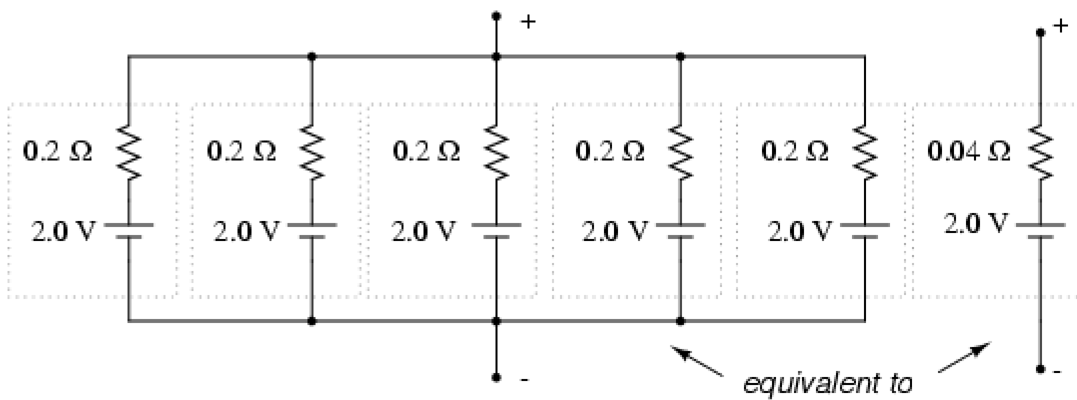
බැටරි කිහිපයක් සමාන්තරගතව සම්බන්ධ කළ විට, එම බැටරිවල එකවර පිටතට ලබා දෙන ඇම්පියර් ගණන (එනම්, Ah ගණන) එකතු වේ. මෙහිදී වෝල්ටියතාව වැඩි නොවේ. වෝල්ට් x Ah = Wh නිසා, වෝල්ට් ගණන වැඩි නොවූවද, Ah වැඩි වන නිසා, Wh අගය වැඩි වෙනවා නේද? (ඒ කියන්නේ සීරීස් හා පැරලල් ක්‍රම දෙකෙන්ම Wh අගය වැඩි වෙනවා.) මෙහිදී සැම බැටරියක ධන අග්‍ර ටික එකට සම්බන්ධ කරන අතර, ඍණ අග්‍ර ටිකත් වෙනම එකට සම්බන්ධ කෙරේ.



සමහර අවස්ථා තිබෙනවා අපට අවශ්‍ය වෝල්ටියතාව හා ඇම්පියර්අවර් ගණන ලැබෙන පිණිස සීරිස් හා පැරලල් යන ක්‍රම දෙකම එකට යොදාගෙන බැටරි පැක් සාදන. උදාහරණයක් ලෙස පහත දැක්වෙන්නේ එකම විධියේ බැටරි 4 කින් සාදපු එවැනි පැක් එකකි. බැටරි දෙක බැගින් ශ්‍රේණිගතව සම්බන්ධ කර සාදාගත් පැක් දෙක නැවත සමාන්තරගතව සම්බන්ධ කිරීමෙන් අවසන් පැක් එක සාදා ගෙන ඇත.



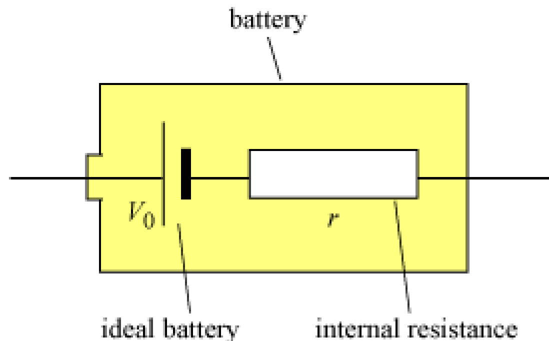
ශ්‍රේණිගතව සම්බන්ධ කළ විට, බැටරිවල අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයන්ද එකතු වේ (ශ්‍රේණිගත ප්‍රතිරෝධකවල සමක අගය සොයන ආකාරයට). සමාන්තරගතව සම්බන්ධ කළ විට, බැටරිවල අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය අඩු වේ (සමාන්තරගත ප්‍රතිරෝධකවල සමක අගය සොයන ආකාරයට). සමාන්තරගතව බැටරි සම්බන්ධ කිරීමේ එක් ප්‍රබල වාසියක් වන්නේද මෙම සමක අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධ අගය අඩුවීමයි. පහත රූපයේ එක් එක් බැටරියේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධ ඇඳ ඇත.



සම්පූර්ණයෙන්ම චාජ් වෙච්ච බැටරියකින් අපට යම් ශක්ති ප්‍රමාණයක් ලබා ගත හැකියි. එහෙත් බැටරිය සම්පූර්ණයෙන්ම චාජ් කිරීමටත් යම් ශක්ති ප්‍රමාණයක් ඊට වැය කළ යුතුයි. හැමවිටම මෙසේ චාජ් කිරීමට වැය කරන ශක්ති ප්‍රමාණය බැටරියෙන් ලබා ගන්නා ශක්ති ප්‍රමාණයට වඩා වැඩිය. බැටරියකින් ලබා ගන්නා ශක්ති ප්‍රමාණය හා එය චාජ් කිරීමට වැය කරන සම්පූර්ණ ශක්ති ප්‍රමාණය යන අගයන් දෙකෙහි අනුපාතයට charge efficiency හෙවත් Coulombic efficiency යන වචනය භාවිතා කෙරේ. එනම්

චාජ් එෆිෂන්සි = (බැටරියෙන් ලබා ගන්නා ශක්තිය)/(බැටරිය චාජ් කිරීමට යොදන ශක්තිය)

සෑම බැටරියකම අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයක් (internal resistance – R_S/R_i) ඇත. බොහෝ අවස්ථාවලදී අප මෙම කුඩා අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය අමතක කරනවා හෝ නොසලකා කටයුතු කරනවා. බොහෝ කටයුතු සඳහා ඇත්තටම මෙම ප්‍රතිරෝධය ගැන සැලකිලිමත් වීම අත්‍යවශ්‍යද නොවේ. ඒ කියන්නේ බැටරියේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය ශූන්‍ය යැයි සලකනවා. මෙවැනි අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය ශූන්‍ය යැයි උපකල්පනය කළ බැටරි ideal battery ලෙස හැඳින්වේ. පහත රූපයේ දැක්වෙන්නේ සත්‍ය/ප්‍රායෝගික/රියල් (real) බැටරියකි. එහි අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය r යන ප්‍රතිරෝධයෙන් සංකේතවත් කර ඇත. එම ප්‍රතිරෝධය ශූන්‍ය නම් අපට එම ප්‍රතිරෝධය එම රූපයෙන් ඉවත් කළ හැකියි; එවිට ලැබෙන්නේ අයිඩියල් බැටරියයි.

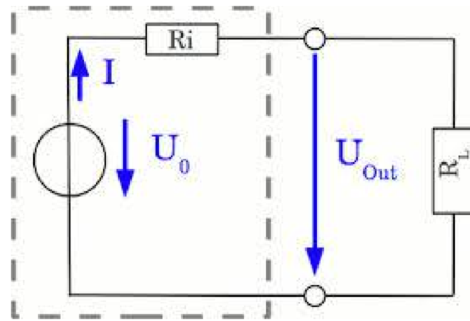


බැටරියක අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය යනුවෙන් සලකන්නේ බැටරියෙන් විදුලි ධාරාවක් ගැලීමේදී ඇතිවන සීමාවයි. ඒ කියන්නේ පිටතට අවශ්‍ය ඕන ඕන ප්‍රමාණයක ධාරාවක් බැටරියෙන් ලබා දිය නොහැකියි. ඊට හේතුව බැටරිය තුළ සිදුවන රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවල පවතින වේගයේ සීමාව බව මුලදීත් පැවසුවා. විවිධ බැටරි වර්ගවල මෙම අගය විවිධ වේ. මෙම අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය ඉතා කුඩා වන තරමට හොඳය. මෙම අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය නිසා ගැටලු කිහිපයක් ඇති වේ.

එක් ගැටලුවක් නම් බැටරිය ක්‍රියාත්මක වන විට, බැටරිය රත් වන්නේ මේ නිසාමය. ප්‍රතිරෝධය වැඩි වන තරමට රත් වීම වැඩිය. බැටරියෙන් ලබා ගන්නා ධාරාව වැඩි වන තරමටද රත් වීම වැඩිය. ඊට හේතුව I^2R යන ජූල් තාපන සූත්‍රය බැලීමෙන් තේරුම් ගත හැකියි නේද? මෙම රත් වීම නිසාම බැටරියේ ආයුකාලය අඩු වෙනවා.

තවද, බැටරියෙන් ප්‍රයෝජනයට ගැනීමට තිබෙන ශක්තිය තමයි ඉහත ආකාරයට තාපය ලෙස අපතේ යන්නේ. බැටරියකින් ශක්තිය අපතේ යනවා යනු සාමාන්‍යයෙන් ශක්තිය අපතේ යනවාට වඩා තරමක් බරපතලයි. බැටරි යොදන විට, හැමවිටම උත්සහ කරන්නේ බැටරිය පුලුවන් තරමක් දිගු කාලයක් සේවයෙහි යෙදවීමටනෙ. ඉතිං මෙම අපතේ යෑම නිසා එම සේවා කාලය අඩු වෙනවා.

තවද, මෙම අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය හා බැටරියට සම්බන්ධ කරන උපකරණය (භාරය) අතර බැටරියේ වෝල්ටියතාව බෙදී යනවා (විභව බෙදුමක් ඇති වෙනවා). මෙම ප්‍රතිරෝධය වැඩි විට, බැටරියෙන් පිටතට සත්‍ය වශයෙන්ම ලබා දෙන වෝල්ටියතාව අඩු වෙනවා, විභවය පහත රූපයෙන් පෙන්වා ඇති ආකාරයට බෙදී යන නිසා. අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය වැඩි විටත්, වැඩි ධාරා ප්‍රමාණයක් ගලන විටත්, අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධකය හරහා ඩ්‍රොප් වන විභවය වැඩි වන විට, භාරයට ලැබෙන වෝල්ටියතාව අඩු වෙනවා. මෙය විශාල ප්‍රශ්නයක්.



සටහන
සාමාන්‍යයෙන් වෝල්ටියතාව V අකුරින් සංකේතවත් කෙරෙනවා. එහෙත් යුරෝපා රටවල V වෙනුවට U අකුර භාවිතා වෙනවා. ඉහත රූපයේ U_0, U_{out} ලෙස දක්වා තිබෙන්නේ වෝල්ටියතාවන්ය.

බැටරියක් ඩිස්චාජ් වන විට, ක්‍රමයෙන් අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධ අගය වැඩි වේ. ඒ කියන්නේ බැටරිය බසින විට ඉහත ගැටලුව තවත් බරපතල වෙනවා කියන එකයි. එහෙත් බැටරිය චාජ් කරන විට නැවත ප්‍රතිරෝධ අගය අඩු වෙනවා.

තවද, කාලයත් සමග හා පාවිච්චියත් සමගද බැටරියේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය ඉහල යනවා. මෙලෙස වැඩිවන ප්‍රතිරෝධ අගය චාජ් වීමෙන් හෝ වෙනත් ක්‍රමයකින් අඩු කිරීමට බැරිය. බැටරියක ජීව කාලය තීරණය කරන ප්‍රබලම සාධකය ඇත්තටම මෙම අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයයි. බැටරියක් හොඳට චාජ් වුවත්, මෙම අගය ඉහල ගොස් ඇති නිසා, ඉහත රූපයේ පෙනෙන ලෙසට විභව බෙදුමෙන් ඉතා කුඩා ප්‍රයෝජනවත් වෝල්ටියතාවක් තමයි පිටතට ලැබෙන්නේ. ඒ හැරත් ප්‍රතිරෝධි අගය වැඩි නිසා, විදුලි ශක්තිය ඉක්මනින් තාපය ලෙස හානි වී යනවා (ඒ කියන්නේ බැටරිය ඉතා ඉක්මනින්ම බසිනවා).

අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය නිසා බැටරිය (විදුලිය ප්‍රභවය) “නරක" විදුලිය ප්‍රභවයක් බවට පත් වේ. මෙම අතිරේකයේ ආරම්භයේදී පෙන්වා දුන්නා "හොඳ" විදුලිය ප්‍රභවයක තිබිය යුතු ලක්ෂණය (එය මා නැවත සඳහන් කරන්නම්).

ඔබට අවශ්‍ය කරන <u>වෝල්ටියතාව</u> එම පවර් සප්ලයි එකේ ජීව කාලය (life time) පුරාවටම, ඊට සම්බන්ධ කරන භාර ප්‍රතිරෝධය කුමන අගයක් ගත්තද <u>නොවෙනස්ව පැවතිය යුතු</u> වන අතර, භාර ප්‍රතිරෝධයට අවශ්‍ය කරන ධාරාව පහසුවෙන් ලබා දීමටද හැකි විය යුතුය.

ඉහත ඉරි ගසා ඇති අත්‍යවශ්‍ය කොන්දේසිය අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයේ ක්‍රියාකාරිත්වය නිසාම වැඩි වශයෙන් උල්ලංඝනය වනවා. අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය නොමැති වුවත්, කොහොමත් බැටරියක් බසින විට, වෝල්ටියතාව අඩු වීම සිදු වේ. එහෙත් බැටරිය බසින විට අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයද ක්‍රමයෙන් වැඩිවන නිසා එය තවත් දරුණුවට සිදු වේ. ඒ කියන්නේ බැටරිය යනු ඇත්තටම හොඳ පවර් සප්ලයි එකක් නොවෙයි නේද?

ඉහත ගැටලුව (එනම් කාලයත් සමග බැටරියේ වෝල්ටියතාව වෙනස් වීම) මඟ හැරීමට පරිපථ කොටසක් සැලසුම් කළ හැකියි. ඒ හැරත්, රීචාජබල් බැටරිවල ෆ්ලැට් ඩිස්චාජිං කර්ව් එකද (එනම් බැටරිය බැස්සත් වෝල්ටියතාව අඩු නොවී තිබීම) මෙහිදී වාසිදායකයි (ප්‍රයිමරි බැටරිවලට තමයි ප්‍රශ්නය වැඩියෙන්ම බලපාන්නේ).

බැටරියක් බසින විට, එහි වෝල්ටියතාව අඩු වේ (රීචාජබල් බැටරිවලදී විතරක් අවසාන මොහොත දක්වා වෝල්ටියතාව ඉතා කුඩා ප්‍රමාණයකින් පමණක් බසී); අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය වැඩි වේ; බැටරියේ ආරෝපණ/Ah අඩු වේ. බැටරියක් යම් උපකරණයකට විදුලිය සපයන විට, එම බැටරිය පිළිබඳ විස්තර දැන සිටීම වැදගත්ය. ඒ කියන්නේ මේ මොහොතේ බැටරිය කොපමණ ප්‍රමාණයක ආරෝපණ ප්‍රමාණයක් පවත්වා ගෙන යන්නේද යන්න දන්නවා නම්, තව කොතරම් කාලයක් උපකරණය ඔන් එකේ (ක්‍රියාකාරීව) පවත්වා ගෙන යා හැකිද යන්න දැනගත හැකියි එමඟින්. එය

හරියට වාහනයක තෙල් මට්ටම පෙන්වන මීටරය (fuel gauge) වැනිය. ලැප්ටොප්වල, ස්මාට් ෆෝන්වල මෙම හැකියාව තිබේ. ඔබට එම උපකරණයේ බැටරිය කොච්චර ඩිස්චාජ් වෙලාද, තව කොච්චර කාලයක් දළ වශයෙන් උපකරණය වැඩ කරාවිද යන්න එම උපකරණවල පෙන්වනවා. මෙලෙස බැටරිය පිළිබඳ විස්තර දැන ගැනීමේ හැකියාව State of Charge (SoC) යනුවෙන් හැඳින්වෙනවා.

විශේෂයෙන් SOC මඟින් කරන්නේ බැටරිය කොතරම ඩිස්චාජ් වෙලාද (හෙවත් තව කොතරම් ආරෝපණ ප්‍රමාණයක් එහි ඇත්ද) යන්න දැන ගැනීමයි. SoC සිදු කිරීමට යොදා ගන්නා ක්‍රමවේදය බැටරි වර්ගය අනුව වෙනස් වේ. ඇත්තටම මෙය සංකීර්ණ ක්‍රියාවලියක්. එහෙත් නූතන මෙවලම්වලට අත්‍යවශ්‍ය ක්‍රියාවලියක්.

සමහර උපකරණ සාදා තිබෙනවා එම උපකරණ තුළම බැටරි චාජරයක් ඇතුලත් කරමින්. එවිට, බැටරිය චාජ් කිරීම සඳහා ගැලවීමට අවශ්‍ය නැහැ. ලැප්ටොප් යනු එවැනි උපකරණයකි. ස්මාට් ෆෝන්ද එසේමයි. ඇත්තටම බොහෝ ෆෝන්වලට තිබෙන චාජර් ලෙස ඔබ හඳුන්වන උපකරණය ඇත්තටම චාජරයක් නොව නිකංම මේන්ස් ඒසී විදුලිය කුඩා ඩීසී විදුලියක් බවට පරිවර්තනය කරන උපකරණයක් පමණි. ඇත්ත චාජරය තිබෙන්නේ උපකරණය (ෆෝන්/ලැප්ටොප් එක) තුළයි.

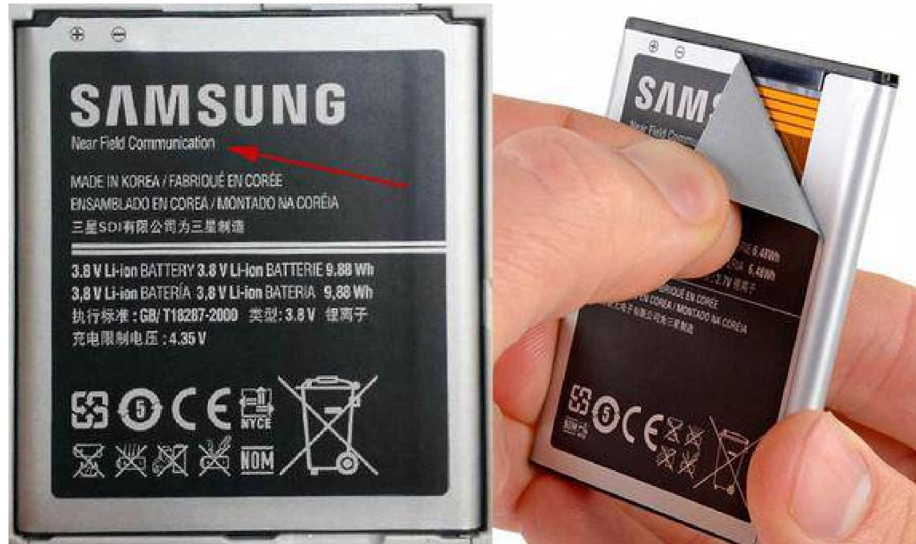
බැටරි ඔරිජිනල් මෙන්ම එසේ නොවන ඒවාද ඇත. ඔරිජිනල් බැටරිවල ඇති විශේෂත්වය හා වැදගත්කම වන්නේ එහි විශ්වාසවන්ත බවයි (එනම් අවශ්‍ය සම්මතයන්ට අනුව සකස් කර තිබේ). එහෙත් ඒවා මිලෙන් වැඩිය. ඔරිජිනල් නොවන ඒවා හැමවිටම කොලිටියෙන් අඩු ඒවාම නොවේ. හොර ගුණාත්මක බවින් අඩු බැටරි සේම ඉහල කොලිටියක් සහිත ඔරිජිනල් නොවන බැටරිද ඇත. බොහෝවිට "හොර බැටරි" (හෝ වෙනත් එවැනි හොර බඩු) එන්නේ ඔරිජිනල් බැටරියක/බ්‍රෑන්ඩ් එකක නමින්මය. හොර නොවන එහෙත් ඔරිජිනල්ද නොවන බැටරි එන්නේ ඔවුන්ගේම නමකින්/බ්‍රෑන්ඩ් එකකින් (ඒ අනුව මේවාද ඇත්තටම ඔරිජිනල් යන නමින් හැඳින්විය හැකියි).

කෙසේ හෝ වේවා සමහර උපකරණවලට දැමිය හැක්කේ ඔරිජිනල් බැටරි පමණි. ඔරිජිනල් නොවන බැටරි දැමූ විට, එය වැඩ නොකරාවි; නැතහොත් දමා ඇත්තේ ඔරිජිනල් නොවන බැටරියක් බව පවසාවි (error message). විශේෂයෙන් සමහර ලැප්ටොප්වල මෙය දක්නට ලැබේ. මෙය එක් පැත්තකින් වටිනා උපකරණය (නොවටිනා හොර) බැටරියක් දැමීම නිසා විනාශ වීම වැලැක්වීමට ගත් පියවරක් සේ දැකිය හැකියි. තවත් පසෙකින් එම උපකරණයේ නිෂ්පාදකයාගේම තවත් භාණ්ඩයක් (බැටරියක්) විකිනීමට පෙළඹවීමට ගත් (කූට) වැඩක් සේ දැකිය හැකියි. කෙසේ හෝ වේවා මෙවැනි බැටරි ප්‍රායෝගිකව හමු වේ.

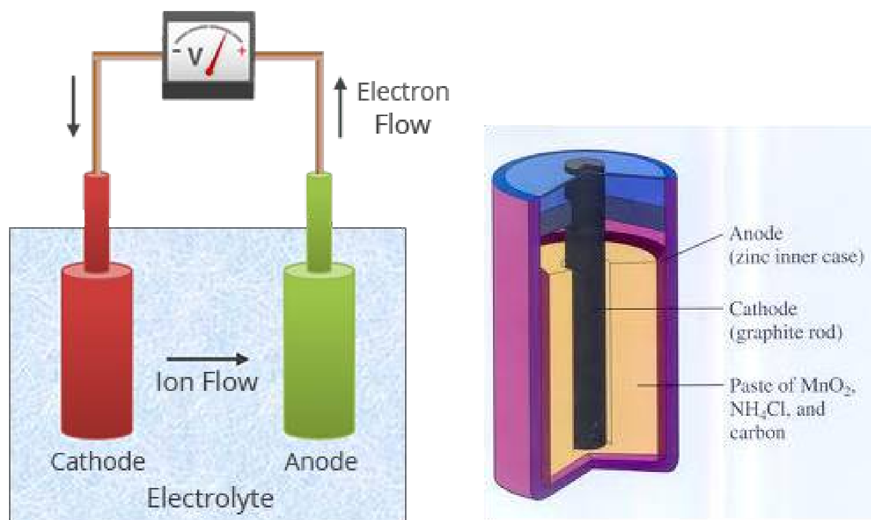
ඉතිං ඔරිජිනල් බැටරියක් හඳුනා ගන්නේ කෙසේද? එය පහසු නැත. වැඩි මිලකට විකුණනවා නම්, එය ඔරිජිනල් යැයි සිතන්න එපා. සමහරුන් ඉන්නවා එකම බැටරියේ එක් පැකින් එකකින් එන එකක් (උදාහරණයක් ලෙස සිතමු රතුපාට පැක් එක) වැඩි මිලකට ඔරිජිනල් ලෙසත් එහිම තවත් පැකින් එකකින් එන එකක් (උදාහරණයක් ලෙස නිල්පාට පැක් එක) සාමාන්‍ය මිලටම "ලෝකල්" හෝ "ඩුප්ලිකට්" හෝ Counterfeit ලෙසත් විකුණනවා (එවිට ඔවුන්ට මොකක් විකුනුවත් වාසි ලැබේ). විශ්වාසවන්ත තැනකින් ඔරිජිනල් යැයි විකුණනවා නම් බොහෝවිට එය ඔරිජිනල්ය (එහෙත් ඔවුන්ද අවශ්‍ය නම් බොරු කළ හැකියි). එහෙමත් නැතිනම් යම් බැටරියක/බ්‍රෑන්ඩ් එකක නියෝජිතයාගෙන්ම මිලදී ගත හැකි නම් එය ඔරිජිනල් එකක්.

පැක් එකේ හෝ බැටරියේ ඔරිජිනල් යැයි ලේබලයක් ගසා ඇති පමණින් හෝ දිග සීරියල් නම්බරයක් හෝ ඉරිකැබලි වශයෙන් පවතින බාර්කෝඩ් (barcode) එකක් තිබුණු පමණින් එය ඔරිජිනල් නොවේ. සමහරවිට බැටරියේ ඔරිජිනල් hologram ස්ටිකරයක් තිබිය හැකියි (හොලොග්‍රෑම් ස්ටිකරයක් යනු එක එක පැත්තට හරවන විට වෙනස් වෙනස් දේවල් පෙනෙන දිලිසෙන ස්ටිකරයකි). හොර බැටරිවලට ඔරිජිනල් විදියටම එම හොලොග්‍රෑම් ස්ටිකරය සෑදීමට අපහසු නිසා එම ක්‍රමය තරමක් සාර්ථකයි. ඊටත් අමතරව, RFID, NFC වැනි දියුණු ඉලෙක්ට්‍රොනික් ක්‍රමද දැන් බැටරිවලට යොදනවා. මෙය ඉතාම හොඳ දියුණු ක්‍රමයක් පමණක් නොව, බැටරිය සම්බන්ධ කරන උපකරණයට දැන් පුලුවන් විදුලි සංඥා මඟින්

කෙලින්ම බැටරිය සමග "කතාබහ කර" බැටරිය පිළිබඳ විස්තර ලබා ගන්න. ඔරිජිනල් බැටරි නොදැමුවොත් ක්‍රියා නොකරන උපකරණ යොදා ගන්නේ මෙම තාක්ෂණ ක්‍රමය තමයි. NFC/RFID තාක්ෂණය භාවිතා කරන බැටරිවල සමහරවිට එම බැටරි මෙම තාක්ෂණය යොදා ගන්නා බැව් බැටරියේම සටහන් කර තිබෙනවා.



ඕනෑම බැටරියක අභ්‍යන්තරයේ ප්‍රධාන අංග දෙක තුනක් ඇත. එකක් නම් බැටරි අග්‍ර දෙකයි (මෙම අග්‍ර දෙක කැතෝඩය/ඍණ අග්‍රය හා ඇනෝඩය/ධණ අග්‍රය ලෙස නම් කෙරෙනවා). ඒවා ඒ ඒ බැටරි වර්ගය අනුව විශේෂිත රසායනික ද්‍රව්‍යවලින් සාදනවා. අනෙක් වැදගත්ම අංගය නම්, මෙම බැටරි අග්‍ර දෙක අතර විදුලිය ජනිත කරවන ප්‍රතික්‍රියාව පහසු කරවන ද්‍රව්‍යයි. එය විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය ද්‍රව්‍ය (electrolyte) ලෙස හැඳින්වෙනවා. බොහෝවිට මෙම ඉලෙක්ට්‍රොයිටික් එක දියර හෝ දියාරු (gel) ස්වරූපයකිනුයි පවතින්නේ. බැටරි අග්‍ර දෙක අතර සිදුවන අයන හුවමාරුව සිදුකරන මාධ්‍යය තමයි මෙය. බැටරියේ ක්‍රියාකාරිත්වයට මූලික වන්නේ එම අංග දෙකයි. අනෙක් වැදගත් අංගය වන්නේ බැටරියේ අග්‍ර හා ඉලෙක්ට්‍රොලයිටික් මිශ්‍රණය ආවරණය කරන අතරම, බැටරියෙන් සිදුවිය හැකි අනතුරු අවම කරන බැටරි ආවරණයයි. පහත දැක්වෙන්නේ බැටරියක ප්‍රධාන අංගයි.



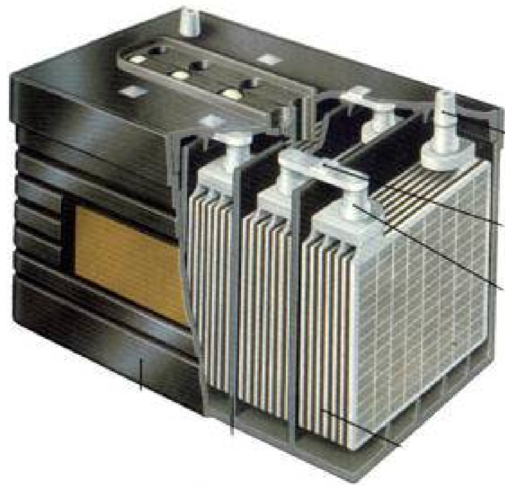
දැන් බහුලව භාවිතා කෙරෙන බැටරි වර්ග කිහිපයක් සලකා බලමු. බොහෝ දෙනා "කාර් බැටරි" (automotive battery) යනුවෙන් හඳුන්වන බැටරිය ලෙඩ්-ඇසිඩ් (Lead-acid) බැටරි ලෙසයි හැඳින්වෙන්නේ. ඊට හේතුව මෙම බැටරියේ තිබෙන ප්‍රධාන රසායනික ද්‍රව්‍ය දෙක වන්නේ ඊයම් හෙවත් ලෙඩ් හා අම්ල හෙවත් ඇසිඩ් එකකි (විද්‍යුත්විච්ඡේද්‍යය). මෙම ඇසිඩ් එක "බැටරි ඇසිඩ්" යන නමින් බොහෝ අය දැන සිටියත් එහි රසායනික නාමය සල්ෆියුරික් ඇසිඩ් (Sulfuric acid) යන්නයි (එහි රසායනික සූත්‍රය H_2SO_4 වේ). වාහනයක් ස්ටාට් කිරීම, වාහනයේ ලයිට් පත්තු කිරීම හා වාහන එන්ජිමේ ඉන්ධන-වායු මිශ්‍රණය දහනය කරන පුලිඟු ඇති කිරීම යන ප්‍රධාන කාර්යන් තුනට මෙම කාර් බැටරිය භාවිතා වෙන නිසාම, එය SLI (Start Lighting Ignition) battery ලෙසද හැඳින්වෙනවා.



මෙම බැටරියේම යම් යම් වෙනස්කම් ඇතිකරමින් වෙනත් අරමුණු සඳහාද උචිත ලෙස විවිධාකාරයේ ලෙඩ්-ඇසිඩ් බැටරි සාදා තිබෙනවා. Sealed Lead Acid (SLA) battery යනු එවැනි වෙනස්කමක් සහිත අවස්ථාවකි. සාමාන්‍ය ලෙඩ්-ඇසිඩ් බැටරිය තුළ දියර ස්වරූපයෙන්මයි අම්ලය තිබෙන්නේ. SLA තුළ එය දියර ස්වරූපයෙන් නොවේ තිබෙන්නේ. ඒ විතරක් නොව, සාමාන්‍ය බැටරියේ ඇතුලට ඇසිඩ් හෝ ජලය දැමීමට හැකි වන පරිදි ගැලවිය වැසිය හැකි "මූඩි" පවතින අතර, SLA බැටරිය සීල්කර පවතිනවා (කිසිවත් ඇතුලට දැමිය නොහැකියි). UPS හි මෙම SLA බැටරි දැක්නට ලැබෙනවා. පහත දැක්වෙන්නේ විවිධ ප්‍රමාණයේ SLA බැටරි කිහිපයකි.



මෙවැනි බැටරියක් තුළ සෙල් කිහිපයක්ම තිබේ. එම සෙල් ගණන අනුව බැටරියේ වෝල්ට් (හා මුලු විදුලි ශක්ති) ප්‍රමාණය තීරණය වේ. වෝල්ට් 6, වෝල්ට් 12 ආදී ලෙස මෙම බැටරි මිලදී ගත හැකියි. මෙම බැටරි වර්ගයෙන් අධික ධාරාවක් ගත හැකියි. තවද, දිගු කාලයක් පුරා භාවිතාද කළ හැකියි. ඊට හේතුව මෙවැනි බැටරියක අධික විදුලි ශක්ති ප්‍රමාණයක් ගබඩා කර ගත හැකි වීමයි. පහත රූපයේ සෙල් කිහිපයක් පෙනේ. එම සෙල් අභ්‍යන්තරයෙන් එකිනෙකට සම්බන්ධ කර ඇති බවත් පෙනේ.



සාමාන්‍ය ලෙඩ්-ඇසිඩ් බැටරියක දියර ස්වරූපයෙන් භයානක ඇසිඩ් එකක් බැටරිය තුළ තිබෙනවා. එනිසා එම බැටරිය ඇලට හෝ උඩු යටිකුරු කර හෝ තැබිය නොහැකියි. තවද, මෙම බැටරි හා බැටරි අග්‍ර (terminal) පිරිසිදු කර තබා ගැනීමද වැදගත්. කිසිවිටක බැටරි අග්‍ර ෂෝට් කරන්නට එපා මොකද අධික ඇම්පියර් ගණනක් පිට කළ හැකි නිසා ගිනි ගැනීම්වලට ලක් විය හැකියි. ලෝහ කැබැලි/දඬු හෝ වෙනත් සන්නායක කොටස් විසිරී තිබෙන තැනක තබන්නත් එපා (එවැනි සන්නායක කොටසක් බැටරිය මතට වැටී ෂෝට් වී මහා විනාශයක් ඇති විය හැකියි). බැටරිය බැස්සාට පසුව ඉක්මනින්ම නැවත ආරෝපණය කළ යුතුයි නැතහොත් බැටරිය වැඩ කළ නොහැකි බවට පත්වේවි.

සටහන

ඕනෑම රීචාජබල් බැටරියක් ඩිස්චාජ් වූවාට පසුව චාජ් නොකර පැත්තක තබන්න එපා එය ටික කලකට භාවිතා කරන්නේ නැති වුවත්. අනිවාර්යෙන්ම බැටරිය සවුත්තු වෙනවා. බැටරියක් ටික කලකට හෝ භාවිතා නොකර පැත්තකින් තබන්නේ නම්, එය චාජ් කර තබන්න. එක් එක් බැටරි කොපමණ චාජ් කර තැබිය යුතුදැයි තීරණය වන්නේ ඒ ඒ බැටරියේ තිබෙන රසායනයන් අනුවයි. අවශ්‍ය නම් ඔබ සතුව තිබෙන බැටරි වර්ගයට ගැලපෙන අගය සොයා බලන්න (අන්තර්ජාලයේ මෙම තොරතුරු ඇත). උදාහරණයක් වශයෙන් යම් වෝල්ට් 6 ක බැටරියක් ටික කලකට භාවිතා නොකර ගබඩා කර තබන්නේ නම්, එම බැටරියේ උපරිම විභවයෙන් 80%ක් චාජ් කර තබන ලෙස උපදෙස් දී තිබේ නම්, එම බැටරිය වෝල්ට් 4.8 දක්වා චාජ් කර ගබඩා කර තබන්න.

ඔබට මෙවැනි දත්තයක් සොයාගත නොහැකි නම් හෝ ඒ ගැන උනන්දුවක් නැතිනම් බැටරිය අනිවාර්යෙන්ම 80% හෝ ඊට වැඩි අගයක් දක්වා චාජ් කර ගබඩා කර තබන්න. මෙලෙස චාජ් කර ගබඩා කර තැබුවත් එය පෙරත් සඳහන් කළ සේම යම් කාලයකට පසුව බොහෝ දුරට ඩිස්චාජ් වී තිබෙනු ඇත. එවිට, නැවත එය පෙර සේම චාජ් කර තබන්න. තවද, බැටරියක් උණුසුම් පරිසරයක ඇති විට වැඩියෙන් බසින නිසා, හැකි පමණ සිසිල් පරිසරයක එය තබන්න. පහත දැක්වෙන්නේ බැටරි වර්ග කිහිපයක ගබඩා කර තැබීමේදී චාජ් කළ යුතු මට්ටම්ය.

1. ලෙඩ්-ඇසිඩ් බැටරියක් උපරිම විභවයට (100%) චාජ් කර ගබඩා කරන්න. හැකි නම් සෙල්සියස් අංශක 10 ක පමණ උෂ්ණත්වයක් යටතේ එය ගබඩා කර තබන්න.

2. ලිතියම් බැටරියක් එහි උපරිම වෝල්ටියතාවෙන් 40% පමණ ප්‍රමාණයකට චාජ් කර තබන්න. සෙල්සියස් අංශක 25 කට අඩු උෂ්ණත්වයක තබන්න.

3. නිකල් මෙටල් හයිඩ්‍රයිඩ් (NiMH) හා නිකල් කැඩ්මියම් (NiCd) බැටරි චාජ්කර හෝ නොකර තැබිය හැකියි. අංශක 25 ට අඩුවෙන් හෝ සාමාන්‍ය කාමර උෂ්ණත්වය වුවද තැබිය හැකියි.

වාහනයක සවිකර තිබෙන විට, බැටරිය අමුතුවෙන් චාජ් කළ යුතු නැත. වාහනය දුවන විට වාහනයේ ඇති ඕල්ටර්නේටර් නම් විදුලි ජෙනරේටරයෙන් එය ඉබේම චාජ් වෙනවා (ඒ කියන්නේ ඔබ වාහනයට ගසන තෙල්වලින්මයි බැටරිය චාජ් වෙන්නේ). එහෙත් යම් කාලයකට සැරයක් එය ගලවා සර්විස් කළ යුතුය මොකද බැටරි ඇසිඩ් එක ක්‍රමයෙන් තනුක වනවා (සැර අඩු වෙනවා). ඊට හේතුව බැටරිය ක්‍රියාත්මක වන විට, බැටරිය තුළ ජලය විද්‍යුත් විච්ඡේදනයට (electrolysis) ලක් වීමයි (විද්‍යුත් විච්ඡේදනය යනු විදුලි ධාරාවක් යැවීමෙන් ජලය හයිඩ්‍රජන් වායුව හා ඔක්සිජන් වායුම බවට පත් වීමයි). බැටරියෙන් මෙසේ වායු පිටවීම gassing යන නමින් හැඳින්වෙනවා. මේ සමඟම සුදු කුඩුක් බැටරි අග්‍රවල ආදියෙහි බැඳෙනවා. ඉතිං බැටරිය ගලවා සුද්ධ කර, අවශ්‍ය නම් බැටරි ඇසිඩ් හා පිරිසිදු ආස්‍රැත ජලය (distilled water) පිරවිය යුතුයි (සාමාන්‍ය/ළිං/ටැප් වතුරවල විවිධ රසායනික ද්‍රව්‍ය තිබෙන බැවින් එය බැටරියට අහිතකර විය හැකියි).

මෙම බැටරිවල තිබෙන වාසිය වන්නේ පැරණිතම බැටරි තාක්ෂණය වීම නිසා මේ ගැන ඉතා හොඳ දැනුමක් මෙන්ම දත්ත පැවතීමයි. තවද, සාපේක්ෂව මිලද අඩුය. චාජ් එෆිෂන්සි එක 80% ක් පමණ වේ. (එනම්, බැටරිය චාජ් කිරීමට වැය කළ ශක්තියෙන් 80% ක පමණ ප්‍රමාණයක් තමයි බැටරියෙන් ඩිස්චාජ් කරන්නේ. මතක තබා ගන්න මෙම 80% ප්‍රමාණයෙනුත් තවත් කොටසක් අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය නිසාද නාස්ති වෙන බව.) සාමාන්‍යයෙන් කාර් බැටරියක් ඩිස්චාජ් කළ යුත්තේ 50% ක් දක්වාය (50% DOD). එනම් ඩීප් ඩිස්චාජ් කිරීමෙන් බැටරියේ ආයුකාලය අඩු වේ. ඩීප් ඩිස්චාජ්වීම අවශ්‍ය නම්, එය කළ හැකි පරිදි නිපදවා තිබෙන deep cycle LA battery භාවිතා කරන්න. බර වැඩි වීම, සාපේක්ෂව අඩු Wh/kg අගයක් පැවතීම මෙම බැටරිවල ඇති අවාසි තත්වයයි. කුඩා භාණ්ඩවලට හෝ එහෙට මෙහෙට විසි කළ හැකි බඩුවලට මෙවැනි "තඩි" බැටරි යෙදිය නොහැකිය.

නිකල් කැඩ්මියම් (Nickel Cadmium - NiCd) නම් රීචාජබල් බැටරිය කාලයකට උඩදී ප්‍රචලිතවම භාවිතා කළ බැටරි විශේෂයකි. මේවායේ දියර ස්වරූපයේ කිසිවක් නොමැත. LA battery ට වඩා කිහිප ගුණයකින් වැඩි Wh/kg අගයක් ඇත. මිලෙන් තරමක් වැඩිය. කිසි කරදරයක් නැතිව 100% දක්වාම වුවද බැටරිය ඩිස්චාජ් කළ හැකිය (100% DOD). තරමක වැඩි සෙල්ෆ් ඩිස්චාජ් රේට් එකක් ඇත. එක් නිකල්කැඩ්මියම් සෙල් එකක වෝල්ටියතාව 1.2 වේ (මෙය සෑම නිකල් බැටරියකමට පොදුය). මෙවැනි සෙල් කිහිපයක් එකතු කරමින්, 2.4, 3.6 ආදී ලෙස නිකල්කැඩ්මියම් බැටරි නිපදවා ඇත. මෙහි ඇති ප්‍රධාන අවාසිය නම් memory effect ලෙස හැඳින්වෙන ලක්ෂණය පැවතීමයි.

මෙමරි ඉෆෙක්ට් කියා කියන්නේ, මෙවැනි බැටරියක් ඔබ චාජ් කරන්නේ එහි උපරිම වෝල්ටියතාවට නොව භාගෙට නම්, මෙම බැටරිය "මතක තබා ගන්නවා" එම අඩු වෝල්ටියතාව එහි නව උපරිම වෝල්ටියතාව කියා. එවිට, ඊළඟ පාර ඔබ එය උපරිමව චාජ් කරන්නට හදන විට, එය චාජ් වන්නේ එහි මුලින්ම තිබූ උපරිම වෝල්ටියතාව දක්වා නොව, ඊට වඩා අඩු වෝල්ටියතාවකටයි. මෙය එක සැරේටම සිදු වන්නේ නැත. එහෙත් පුරුද්දට මෙන් භාගෙට චාජ් කරන අයට මෙය අනිවාර්යෙන්ම සිදු වේ. සිතා බලන්න ඔබේ ෆෝන් එක සම්පූර්ණයෙන් චාජ් වන්නට පෙර ඔබ එය ගලවා ගෙන යනවා නේද?

නිකල්කැඩ්මියම් බැටරිවල තවත් එක් දුර්වලකමක් නම්, එහි සෞඛ්‍යයට අහිතකර කැඩ්මියම් යන බැර ලෝහය පැවතීමයි. (ලංකාවේ දැනට රජරට පෙදෙස්වල පැතිර පවතින කෘෂිකාර්මික වකුගඩු රෝගයට චෝදනා ලැබ තිබෙන්නේද බාල පොහොර සමග පසට ජලයට එකතු වූ මෙම කැඩ්මියම් බැර ලෝහයම තමයි.)

ඉතිං මෙම තාක්ෂණයෙහිම දියුණු අවස්ථාවක් තමයි නිකල් මෙටල් හයිඩ්‍රයිඩ් (Nickel Metal Hydride – NiMH) නම් බැටරිය. මෙහිද එක සෙල් එකක වෝල්ටියතාව 1.2 වේ. භයානක කැඩ්මියම් මෙහි නැත. මෙයද 100% DOD බැටරියකි. නිකල්කැඩ්මියම් බැටරියට වඩා Wh/kg අගයක් ඇති අතර, ඊට වඩා වැඩි සයිකල් ගණනක්ද ඇත. එහෙත් මෙහිද තරමක මෙමරි ඉෆෙක්ට් එකක් ඇත. අනෙක් බැටරිවලට වඩා තරමක වැඩි තාපයටත් ඔරොත්තු දෙයි. නිකල්කැඩ්මියම් බැටරියට වඩා අඩු සෙල්ෆ් ඩිස්චාජ් රේට් එකක් ඇත.

මේ හැර තවත් නිකල් ආශ්‍රිත බැටරි ඇත. මේ සියලු බැටරි LA battery ට වඩා හොඳය. මේ සියලුම බැටරි overcharging කළොත් ජීවකාලය අඩුකර ගනී. එනිසා අනවශ්‍ය ලෙස, ඕනවට වඩා චාජ් කර කර තබන්න එපා. සියලුම නිකල් බැටරි ලිතියම් බැටරිවලට වඩා ආරක්ෂිත අතර, මිලෙන්ද ලිතියම් බැටරිවලට වඩා අඩුය. නිකල් බැටරිවල අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය අනෙක් බැටරිවලට වඩා අඩුය.

දැනට බැටරි ලොව කිරුළ දරමින් සිටින්නේ ලිතියම් බැටරි වේ. Lithium (Li) නම් මූලද්‍රව්‍ය මූලිකව යොදා ගන්නා බැවින් මෙම නම ලැබේ. ලිතියම් බැටරි වර්ග දුසිම් ගණනක් ඇත. සියලුම ලිතියම් බැටරි අනෙක් ඕනෑම බැටරියකට වඩා Wh/kg අගයෙන් ඉහලය. කිසිදු මෙමරි ඉෆෙක්ට් එකක් නැත. අනෙක් සියලුම බැටරිවලට වඩා මිලෙන්ද වැඩිය (එහෙත් දිනෙන් දින මෙම මිල අඩු වෙමින් පවතින අතර දිගු කාලීන ලාභාලාභ සැලදීමේදී ලිතියම් බැටරි ලාභදායකයි). 80% DOD අගයක් සහිතයි. චාජ් එෆිෂන්සි එක 95% ක් තරම් ඉහල අගයක් ගනී (එනම් විදුලිය අපතේ යෑම අඩුයි). සයිකල් ගණනද ඉතා ඉහළය (සයිකල් යනුවෙන් ඩීප් සයිකල් යන්න අදහස් කෙරේ). නිකල් බැටරිවලට වඩා තරමක් වැඩි අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයක් පවතී.

ලිතියම් බැටරි නිෂ්පාදනයේදී ආරක්ෂිත රසායනික ද්‍රව්‍ය යොදා නැතිවිට අතිභයානකද වේ (සාමාන්‍යයෙන් ලිතියම් කැබැල්ලක් වාතයේ තිබෙන විට, ඉබේම එය ගිනි ගනී; ජලයට දැමූවිට පුපුරා යන තරමට ක්‍රියාශීලි වේ). අතීතයේ එවැනි ආරක්ෂිත උපක්‍රම නොයෙදූ ලිතියම් බැටරි අනතුරුවලින් ගුවන් යානා, වාහන ආදිය කුඩු වී පුපුරා ගොස් ඇත. එතරම් ලිතියම් ක්‍රියාශීලි වේ (එහෙත් දැන් වුවමනාවෙන්ම ලිතියම්වල එම ක්‍රියාශීලි බව අඩු කර ඇත බැටරි නිෂ්පාදකයන් විසින් ඊට නොයෙක් වර්ගයේ රසායනික යොදමින්. මෙමඟින් බැටරියෙන් ලබා ගත හැකි ශක්තිය/ජවය අඩු වුවත්, ආරක්ෂාව ඊට වඩා ප්‍රමුඛ වේ.) අදටත් ගුවන් යානා මඟින් ලිතියම් බැටරි ප්‍රවාහනය කිරීමේදී අනුගමනය කළ යුතු වෙනම රීති පනවා ඇත.

සාමාන්‍යයෙන් ලිතියම් බැටරිවල වෝල්ටියතාව 3 ආසන්නයේ පවතී. විවිධ වර්ගයේ ලිතියම් බැටරි පවතින බැවින් මෙම අගය පුලුල් පරාසයක විහිදිය හැකිය. උදාහරණයක් ලෙස වෝල්ට් 1.5 ලිතියම් බැටරිද නිපදවා තිබේ.

බොහෝවිට ලිතියම් බැටරි චාජබල් වේ. එහෙත් ප්‍රයිමරි ලිතියම් බැටරිද ඇත. මෙම බැටරිවල ඇති විශේෂත්වය වන්නේ එහි විදුලි ධාරිතාව (Wh/kg) මෙන්ම Ah/kg අගයද ඉතාම ඉහල වීමයි. ඔරලෝසුවලට දමන කුඩා බටන් බැටරි මෙවැනි ලිතියම් ප්‍රයිමරි බැටරි වේ. පරිගණකවල CMOS battery ලෙස හැඳින්වෙන බැටරිද ලිතියම් බැටරියකි.

සියලුම ලිතියම් බැටරි overcharging වලින් ආරක්ෂා කළ යුතුය. තවද, උෂ්ණත්වය වැඩි නොවන ආකාරයට චාජ් කළ යුතුය. එනිසා විශේෂිත පරිපථ කොටස් යෙදීමට සිදු වෙනවා ලිතියම් බැටරි චාජ් කරන විට. ලිතියම් බැටරි අතරින් ලිතියම් අයන් බැටරි (Lithium Ion) වර්ගය හා ලිතියම් පොලිමර් (Lithium Polymer) බැටරි වර්ගය යන දෙක ගැන විතරක් මා මෙහිදී මතක් කරන්නට කැමැතියි.

ලිතියම් අයන් බැටරිය "ලයන් (Lion)" ලෙසද, ලිතියම් පොලිමර් වර්ගය "ලයිපෝ (LiPo)" ලෙසද ප්‍රසිද්ධයි. ලැප්ටොප්, මොබයිල් ෆෝන්, RC toys (රිමෝට් කන්ට්‍රෝලර් වලින්, එනම් රේඩියෝ සිග්නල් වලින් මෙහෙයවන කාර්, කුඩා ගුවන් යානා, කොඩ්කොප්ටර්/ඩ්‍රෝන් වැනි සෙල්ලම් බඩු) වැනි උපාංගවල යොදා තිබෙන්නේ ලිතියම් බැටරි වේ. ඒ විතරක්ද නොවේ, ඉලෙක්ට්‍රික් වාහන (electric vehicles – EV) හා හයිබ්‍රිඩ් වාහන (hybrid electric vehicles – HEV) වලද යොදන්නේ ලිතියම් බැටරිය.

ඇල්කලයින් (Alkaline) යනුවෙන්ද ප්‍රයිමරි බැටරි වර්ගයක් ඇත. මේවායේද ඉහල Wh/kg අගයක් ඇත. වෝල්ටියතාව 1.5 වේ. මේවා "සාමාන්‍ය පෙන්ටෝච්" බැටරි පෙනුම ඇත. මිල තරමක් වැඩිය. කැමරා වැනි අධික ධාරාවක් ලබා ගන්නා උපකරණවලට දමන හෙවි ඩියුටි බැටරි ලෙස මේවා යෙදිය හැකියි.

අප එදිනෙදා භාවිතයට ගන්නා "සාමාන්‍ය බැටරි" dry cell (වියලි කෝෂ) හෙවත් සිනක් කාබන් (Zinc Carbon) හෙවත් leclanche cell යනුවෙන් හැඳින් වෙනවා. එහි වෝල්ටියතාව 1.5 වේ. මේවායේ සින්ක් හා කාබන් යන රසායනික ද්‍රව්‍ය යොදා ගැනේ. අවදානම් ගතියක් නැත. මිලෙන්ද ඉතාම ලාභය. අඩුම Wh/kg අගයක් සහිතයි. වෝල්ට් 1.1 පමණ වන විට බැටරිය බැස ඇතැයි නිගමනය කළ හැකියි.

ඉහත බොහෝ බැටරි ප්‍රමාණ කිහිපයකින් ඇත. AA (ඩබ්ල් ඒ) යනු ඔබ "පෙන්ටෝච් බැටරි" හෝ "පෙන්ලයිට් බැටරි (penlight)" ලෙස හඳුන්වන බැටරියයි. AAA (ට්‍රිපල් ඒ) බැටරිය ඩබ්ල් ඒ බැටරියට වඩා සිහින් හා දිගෙන්ද කුඩා වන අතර එය ‘‘මයික්‍රොලයිට් (microlight)” බැටරි ලෙසද හැඳින්වෙනවා. “මීඩියම් බැටරිය" ලෙස ව්‍යවහාර කෙරෙනන බැටරිය C බැටරි ලෙස හැඳින්වේ.



ඇත්තටම විවිධ සයිස්වල, විවිධ හැඩයන්ගෙන් (සිලින්ඩර, හතරැස්, බොත්තම්, කාසි), හා විවිධ වෝල්ටියතා සහිත බැටරි විශාල ප්‍රමාණයක් ඇත. ඒවාට එක් එක් රටවල ව්‍යවහාර කරන්නේ විවිධ නම්ය. තවද IEC, ANSI යන ආයතන විසින්ද ඕනෑම බැටරියක් විධිමත්ව නම් කරන සම්මතයන්ද ඇති කර ගෙන ඇත. බැටරියේ නම දුටු විට, බැටරයේ තිබෙන රසායනික මොනවාද ආදී තොරතුරු ලබාගත හැකි පරිදියි එම නාමකරණයන් සකස් කර ඇත්තේ. සාමාන්‍යයෙන් බැටරියක් විශාල වෙන විට, එහි ගබඩා වී තිබෙන විදුලි ශක්තිය (ආරෝපණ) වැඩිය.

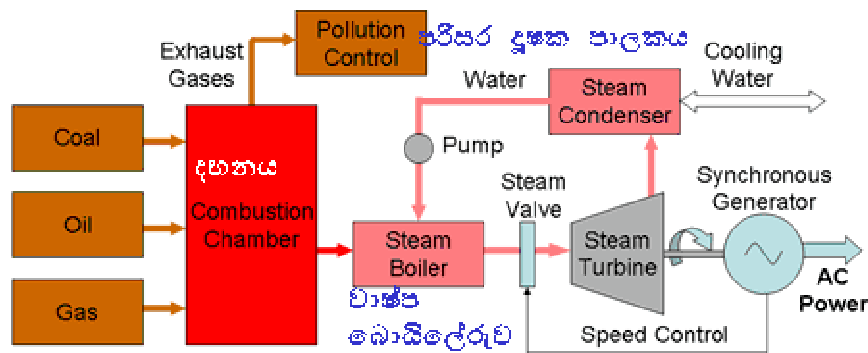
කාසි/බොත්තම් හැඩයට නිමවා ඇති ප්‍රයිමරි සෙල් coin cells/button cells ලෙස හැඳින්වෙනවා. එක එක සයිස් එකේ මෙවැනි සෙල්/බැටරි විශාල සංඛ්‍යාවක් තිබෙනවා. බහුලවම එම බැටරි හැඳින්වීමට IEC නාමකරණය යොදා ගන්නවා. එම නාමකරණය යටතේ මෙවැනි කොයින්/බටන් සෙල් CR යන උපසර්ග පදය සමග යම් ඉලක්කමකින් දැක්වෙනවා (මෙම ඉලක්කමින් කියන්නේ බැටරියේ විශ්කම්භය (mm වලින්) හා උසයි (0.1mm වලින්). උදාහරණයක් ලෙස, CR2032 යනු පරිගණකයේ තිබෙන CMOS බැටරියයි (මෙම බැටරියේ විශ්කම්භය 20mm වන අතර, උස 3.2mm වේ).



අතිරේකය 2

ජෙනරේටර් මඟින් විදුලිය නිපදවීම

අතිරේකය 1 යටතේ විදුලි ශක්තිය නිපදවන හා ලබා ගන්නා ක්‍රම ගණනාවක් ගැනත් ඊට සම්බන්ධ තවත් අමතර විස්තර ගැනත් ඉගෙන ගත්තා. ඒ සියලු ක්‍රම අභිබවමින් ලොවපුරා විදුලිය නිපදවන ප්‍රධානතම ක්‍රමය නම් ජෙනරේටර් (generator) මඟින් විදුලිය නිපදවීමයි. මෙය යාන්ත්‍රික ශක්තිය විදුලි ශක්තිය බවට පරිවර්තනය කිරීමක් ලෙස සැලකිය හැකියි. ජල විදුලි බලාගාර (hydro power), න්‍යෂ්ටික බලාගාර (nuclear power), ගල් අඟුරු බලාගාර (coal power), තාප/තෙල් (fuel/thermal power) බලාගාර, සුළං විදුලි බලාගාර (wind mills/power), දර විදුලි බලාගාර (dendro power), මුහුදු තරංග බලාගාර (ocean wave power) ආදී සියලුම විදුලිය නිපදවන ක්‍රම පදනම් වන්නේ ජෙනරේටර් ක්‍රමය මතයි. මේ සෑම බලාගාරයකදීම (power house/station) සිදු වන්නේ ජලය, න්‍යෂ්ටික ද්‍රව්‍ය, ගල් අඟුරු, තෙල්, සුළං, දර, මුහුදු රළ ආදී දෙයකින් ඇති කරන විශාල චාලක ශක්තියක් මඟින් ටර්බයිනයක් (turbine) කරකවා, එම ටර්බයිනයට සම්බන්ධ කළ ජෙනරේටරයක් කැරකවීමයි. (දහනය නිසා පරිසරය දූෂනය කරන සල්ෆර් හා වෙනත් කුඩා අංශු පිටවීම වළක්වන හා පරිසරයට/සෞඛ්‍යයට එමඟින් සිදුවන හානිය අවම කරන උපක්‍රමද සාමාන්‍යයෙන් යොදනවා.)

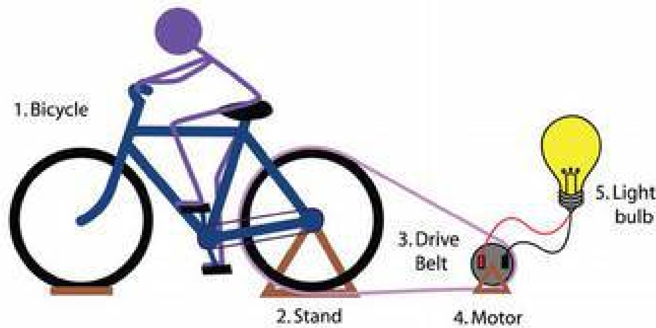


ජෙනරේටරය යනු එක්තරා විදියක විදුලි මෝටරයක්ම තමයි. අවශ්‍ය නම් විදුලි මෝටරයක්ම ගෙන එය ජෙනරේටරයක් විදියට යොදා ගන්නත් පුලුවන්. උදාහරණයක් ලෙස සාමාන්‍ය විදුලි මෝටරයක් ගෙන එහි දණ්ඩ (shaft) වේගයෙන් කරකවන විට, මෝටරයේ වයර් දෙකෙහි යම් විදුලියක් හටගනු ඇත. එම වයර් දෙකට කුඩා පෙන්ටෝච් බල්බයක් සවිකර ඇත් නම් එම බල්බය දැල්වේවි.



මෙම සරල උපක්‍රමය යොදාගෙන අතින් කරකවා විදුලිය නිපදවිය හැකි කුඩා විදුලි ජනක යන්ත්‍ර (crank generator) නිපදවා ඇත. විදුලි පහසුකම් නැති වනාන්තර හෝ එවැනි හුදකලා ස්ථානවලට යන විට මෙවැනි උපාංගයකින් කුඩා උපකරණවලට අවශ්‍ය විදුලිය නිපදවා ගත හැකියි. තවද, විදුලි පහසුකම් නැති පළාත්වලද රේඩියෝ වැනි උපාංගයකට අවශ්‍ය විදුලිය ලබා ගැනීමටද මෙවැන්නක් ප්‍රයෝජනවත් වේවි. අතින් කරකවනවා වෙනුවට බයිසිකලයක් වැනි දේකට මෙය සම්බන්ධ කිරීමෙන් වැඩි විදුලි ශක්ති ප්‍රමාණයක් ලබාගත හැකියි.





එහෙත් විදුලිය නිෂ්පාදනයේදී ඒ සඳහාම සුවිශේෂී විදියට සාදපු "යෝධ" ජෙනරේටර් තමයි භාවිතා වෙන්නේ. විවිධ වර්ගයේ මෝටර් මෙන්ම විවිධ වර්ගයේ ජෙනරේටර්ද ඇත. ඇත්තටම මෝටර් වර්ග හා ජෙනරේටර් වර්ග අතර සමානකමක් ඇත. ජෙනරේටර් හා මෝටර් යන දෙකෙන් එකක් හොඳින් ඉගෙන ගත් විට, අනෙක ගැන ඉතා පහසුවෙන් තේරුම් ගත හැකියි.



සාමාන්‍යයෙන් විදුලි බලාගාරයක් තුළ ජෙනරේටරයක් මඟින් විදුලිය නිපදවන මූලිකම ක්‍රමය එක සමානය. එය පියවර කිහිපයකින් සිදු වන්නක්. පළමුව විශාල තාපයක් නිපදවීමට අවශ්‍ය වෙනවා. ඒ සඳහා තෙල් (ඩීසල්), ගෑස් (ස්වාභාවික හෝ එල්පී), දර, ගල් අඟුරු වැනි යමක් දහනය කරනවා.

දෙවනුව, මෙසේ ඇතිවන තාපයෙන් ජලය හෝ යම් ද්‍රව මිශ්‍රණයක් රත් කරනවා. එවිට එම ද්‍රවය වාෂ්ප බවට පත් වෙනවා. ද්‍රවයක් වාෂ්පයක් (වායුවක්) බවට පත් වන විට ස්වාභාවිකවම එහි අතිවිශාල ප්‍රසාරණයක් සිදු වෙනවා. ඒ කියන්නේ දැන් වාෂ්පය පවතින්නේ දැඩි පීඩනයක් ඇතුවයි (ඔබ වතුර උණු කරන විට කේතලයේ පියන ඉස්සෙන්නේ ජලය වාෂ්ප වන විට ඇති වන මෙම පීඩනය නිසාය). මෙම අධිපීඩනයෙන් යුතු වාෂ්පය බටයක් තුළින් ටර්බයිනය දක්වා ගමන් කරවනවා. මෙවිට, අතිවේගයෙන්/පීඩනයෙන් ගමන් කරන වාෂ්ප ටර්බයිනයේ වැදී එය කරකවනවා. මෙලෙස ටර්බයිනය කරකැවෙන විට, එහි දණ්ඩ ජෙනරේටරයේ දණ්ඩට සම්බන්ධ කර ඇති නිසා, ජෙනරේටරයත් කරකැවෙනවා. එවිට විදුලිය නිපදවෙනවා.

න්‍යෂ්ටික බලාගාරයකදී න්‍යෂ්ටික ද්‍රව්‍ය අමුතුවෙන් දහනය කිරීමක් අවශ්‍ය නැත. විකිරණශීලී ද්‍රව්‍යවල ස්වාභාවික ක්‍රියාවලිය නිසාම අති දැවැන්ත තාපයක් ඉබේම ඇති වේ. ඇත්තටම මෙලෙස තාපය/ශක්තිය ඇතිවීමේ වේගය සීඝ්‍රයෙන් ඉහල යයි. එම වේගය මැනවින් පාලනය නොකළොත් උෂ්ණත්වය දරාගත නොහැකි තරම් ඉහළ ගොස් බලාගාරයේ සියල්ල උනු වී විනාශ විය හැකියි. මෙලෙස පාලනයකින් යුතුව විකිරණශීලී ද්‍රව්‍ය රඳවා තබන ඉතා ශක්තිමත් හා ආරක්ෂිත කොටස nuclear reactor ලෙසයි හැඳින්වෙන්නේ. ඇත්තටම න්‍යෂ්ටික බෝම්බයක හා න්‍යෂ්ටික බලාගාරයක පවතින වෙනස එයයි (බෝම්බයේදී ශක්තිය නිකුත් වීමේ ක්‍රියාවලිය පාලනය කරන්නේ නැත; එවිට ඉතා කෙටි කාලයක් තුළ අතිවිශාල ශක්තියක් නිකුත් කරනවා; එය පිපිරීමක් ලෙසයි දිස්වන්නේ; ඒ අනුව බෝම්බයේදී විශාල ශක්තියක් ක්ෂණිකයකින් මුදා හරින අතර, බලාගාරයේදී එම ශක්තිය විශාල කාලයක් පුරාවට ටික ටිකයි මුදා හරින්නේ).

ජල විදුලි බලාගාරවලදී තාපයක් අවශ්‍ය නොකෙරේ. ජලය කෙලින්ම ටර්බයිනය වෙතට යොමු කර කරකවනවා. ජලය හොඳින් පාලනය කිරීමට බොහෝ විට විශාල ජලාශ (dam) සෑදීමද සුලභ දෙයකි. මුහුදු තරංග මඟින් විදුලිය නිපදවීමේදීද තාපයේ අවශ්‍යතාවක් නැත. මුහුදු රළේ (හෝ මුහුදේ මතුපිට ඇතිවන ජලයේ) චලනය මඟින් ජෙනරේටරය කැරකැවීමට උපක්‍රම සලසා ඇත. සුළං බලාගාරද තාපය අවශ්‍ය නොකරන තවත් අවස්ථාවක්. එහිදී සුළංවල චාලක ශක්තියෙන් කෙලින්ම ටර්බයිනය කරකවනවා.

තෙල්/ගෑස් දහනය කර ඉහත ආකාරයට ද්‍රවයක් වාෂ්ප කර ඉන් ටර්බයිනය කරකවනවා වෙනුවට, එම තෙල්/ගෑස්වලින් සාමාන්‍ය වාහන එන්ජින් ක්‍රියාත්මක වන ආකාරයට අභ්‍යන්තර දහන එන්ජිමකින් (ICE) ජෙනරේටර් කරකවා විදුලිය නිපදවන ක්‍රමයද ඇත (එහෙත් මෙහි කාර්යක්ෂමතාව අඩුයි ඉහත ටර්බයින් ක්‍රමයට වඩා).

මෝටරය මෙන්ම ජෙනරේටරය (බොහෝ අය ජෙනරේටරයට "ජෙනිය" යන කෙටි ආදරනීය වචනය යොදනවා) යනු එකිනෙකට සාපේක්ෂව ක්‍රියා කරන චුම්භක ක්ෂේත්‍ර දෙකක ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ලැබෙන දෙයකි. ඔබ දන්නවා යම් චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් තුළ සන්නායකයක් චලනය වේ නම්, එම සන්නායකයේද අලුතින් (විද්‍යුත්) චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් ප්‍රේරණය වෙනවා. මෙම අලුත් චුම්භක ක්ෂේත්‍රය යනු විද්‍යුත්චුම්භකයක් නිසා, එම සන්නායකයේ විදුලියක් ගමන් කරනවා ලෙසම එය සැලකිය හැකියි (ඔබ දන්නවා සන්නායකයක් හරහා විදුලි ධාරාවක් ගමන් කරන විට, අනිවාර්යෙන්ම එම සන්නායකය වටා චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් හටගන්නවා; එහි විලෝම ක්‍රියාව ගැනද එලෙසම සිතන්න; ඒ කියන්නේ සන්නායකයක යම් චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් පවතිනවා නම්, අනිවාර්යෙන්ම එම සන්නායකය දිගේ විදුලි ධාරාවක් ගලා යා යුතුය). ඉහතදී පැවසූ ලෙසම යම් චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් තුළ සන්නායකය චලනය කිරීමට තමයි සුළඟ, ජලය, ගල් අඟුරු වැනි භාහිර ශක්ති ප්‍රභවයක් අවශ්‍ය වූයේ.

සටහන
ජෙනරේටර් හා ශක්තිය නිපදවීම පිළිබඳ විද්‍යාත්මක මෙන්ම බොහෝ අවිද්‍යාත්මක අදහස් ඕනෑ තරම් තිබෙනවා. Free energy, Tesla energy, perpetual machines (සදා චල යන්ත්‍ර) ආදී වචන ඔස්සේ අන්තර්ජාලයේ සොයා බැලුවොත් ඔබට මේ ගැන වැටහීමක් ඇති වේවි. ජීවිත කාලය පුරාවටම කියව

කියවා සිටිය හැකි පමණට විස්තර කන්දරාවක් විවිධ අය විසින් පළ කර ඇත. ඒ සියල්ලම කියවා හෝ නරඹා හෝ නැති නිසා ඒ සියල්ල අවිද්‍යාත්මක හෝ මිථ්‍යා ලෙස මා බැහැර නොකළත් ඉන් අති විශාල ප්‍රමාණයක් (මා පෞද්ගලිකව කියවා බැලූ සියල්ලම) පවතින විශ්වාසනීය විද්‍යාවෙන් බොහෝ දුරස්ථයි. මේ බොහෝ අයට වැරදුනු එක් තැනක් තිබෙනවා. එම තැන/කාරණාව කොතරම් සරල වුවත්, බොහෝ දෙනා එම කාරණාව අමතක කරන බවක් පෙනෙනවා (සමහරවිට මිනිස් විඥාණය අද්භූත දේවලට දක්වන ස්වාභාවික ලැදියාව නිසාද එය සිදු විය හැකියි).

මොකක්ද එම කරුණ? එය නම් ශක්ති සංස්ථිතික නියමයයි (Conservation of energy). එනම්, ශක්තිය අමුතුවෙන් සෑදීමට හෝ විනාශ කිරීමට බැරි අතර, ඒ වෙනුවට සිදු විය හැක්කේ ශක්තිය එක් ස්වරූපයකින් තවත් ස්වරූපයකට පරිවර්තනය වීම පමණි. මේ කරුණත් සමග බැඳුණු අනෙක් සුවිශේෂී කාරණය වන්නේ කාර්යක්ෂමතාව (efficiency) පිළිබඳ සංකල්පයයි. එනම්, කිසිදු යන්ත්‍රයකට/දෙයකට තමන්ට ලැබෙන ශක්තියට (input energy) වඩා වැඩි ශක්තියක් ඉන් පිටතට ලබා දිය (output energy) නොහැකියි (output energy < input energy).

සමහරෙකු නම් මේ පිළිබඳව හොඳින් දැන දැනත් එහෙත් මෙවැනි විද්‍යාත්මක නොවන අදහස් පළ කරනවා. ඒ සඳහා උසස් ක්වන්ටම් විද්‍යාත්මක න්‍යායන් පවා ඔප්පු නොකරම "ඔහේ" තමන්ගේ වාසියට හරවාගෙන තිබෙනවා. විශේෂයෙන්ම zero point energy යන සංකල්පය මින් ප්‍රමුඛ වෙනවා. සරලව කිවහොත් ශීරෝ පොයින්ට් එනර්ජි යනු අවකාශය පුරාම පැතිර පවතින අතිදැවැන්ත ශක්තියකි. එය කිසිම ප්‍රායෝගික ක්‍රමයකින් අත්දැකිය නොහැකි අතර, ගණිතමය (ක්වන්ටම් විද්‍යාත්මක) <u>සූත්‍රවලින්</u> පමණක් "පවතිනවා" ලෙසට ඔප්පු කර ඇති ශක්තියකි. තවත් අය කියන්නේ විශ්වයේ තවත් කොහෝ තැනක තිබෙන ශක්ති ප්‍රභවයකින් ශක්තිය යම් යම් යන්ත්‍ර මඟින් ලබා ගත හැකි බවයි (tapping into some universal energy). එවිට, යන්ත්‍රය විසින් ශක්තිය නිපදවනවා නොව, වෙනත් තැනක තිබූ ශක්තිය උකහා ගත්තා පමණි (හරියමට හීට් පම්ප් එකේදී සිදු වූ දේ වැනි දෙයක්). මේවා ඇත්තටම "බොරු" යැයි අහක දැමිය නොහැකි තර්ක වුවත්, ප්‍රායෝගිකව කිසිදා කිසිවෙකුත් විසින් ඔප්පු කර නැත. අහවලා අහවල් කාලයේ මෙවැනි යන්ත්‍ර නිපදවා ඇත, රහස් කුමන්ත්‍රණ මඟින් එවැනි යන්ත්‍ර සාදපු අය මරා ඇත, රහසිගතව සමහර රටවල්/පුද්ගලයන් මෙම ක්‍රම යොදා ගන්නවා, ආදී ලෙස මනස්කාන්ත කතා එමට ඇත.

ඉතිං මෙම කරුණ ජෙනරේටර්වලට බලපාන්නේ කෙසේද? නම විදුලි ජනක යන්ත්‍රය (electric generator) වුවත්, මෙම උපකරණයද අමුතුවෙන් විදුලියක් නිපදවන එකක් නොව, තවත් ශක්තියක් විදුලි ශක්තිය බවට පරිවර්තනය කරන උපකරණයක් පමණි. ඒ කියන්නේ ජෙනරේටරයට ලැබෙන චාලක ශක්තිය තමයි විදුලි ශක්තිය බවට පරිවර්තනය කරන්නේ. එවිට, ජෙනිය කරකැවීමට ලබා දෙන ශක්තියට වඩා අඩු (විදුලි) ශක්තියකුයි ඉන් පිට කරන්නෙත්.

ඉහත කාරණාව අමතක කර තමයි මුලින් මා කියූ විද්‍යාවෙන් තොර අදහස් පළ වෙන්නේ. උදාහරණයක් ලෙස, යම් උපකරණයක් ඇතැයි සිතන්න. ඉන් යම් ශක්තියක් පිට කරනවා යැයිද සිතන්න (ඉන් පිට කරන ශක්තිය මෙම උදාහරණය සඳහා 100 යැයි සිතමු). දැන් කෙනෙකු සිතාවි මෙසේ පිට කරන ශක්තියෙන් යම් ප්‍රමාණයක් (උදාහරණයක් ලෙස 80 ක්) නැවත එම යන්ත්‍රයට ලබා දී එම යන්ත්‍රය ක්‍රියා කරවිය හැකියි කියා. එවිට, මෙම යන්ත්‍රයෙන් 100-80=20 ක අතිරික්ත ශක්ති ප්‍රමාණය අපේ වැඩවලට යොදා ගත හැකියි කියා සිතනු ඇත. එහෙත් ඉහත මා පෙන්වා දුන් පරිදි කිසිම යන්ත්‍රයක කාර්යක්ෂමතාව 100% ඉක්මවා යා නොහැකි නිසා, මෙය සිදු කළ නොහැකියි (මොකද ප්‍රායෝගිකව සිදු වන දේ නම්, යන්ත්‍රයෙන් 100 ක ශක්තියක් ලබා ගැනීමට ඊට 100 කට වැඩි ශක්තියක් ඇතුලු කළ යුතුය).

ජෙනරේටරයක/මෝටරයක ඇත්තටම සිදු වන්නේ චුම්භක ක්ෂේත්‍ර දෙකක් හා චලනය යන සාධක තුන අතරේ අන්තර්-ක්‍රියාකාරිත්වයකි (interaction). එහෙත් ඉහත පෙන්වා දුන් පරිදි (හා ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් 2 පොතෙහි සඳහන් චුම්භක හා විදුලිය ගැන කළ පැහැදිලි කිරීම්ද අනුව) චුම්භක ක්ෂේත්‍ර විදුලිය මඟින්ද ඇති කළ හැකි නිසා, අවශ්‍ය නම් අදාල චුම්භක ක්ෂේත්‍ර දෙකම හෝ එකක් සඳහා විදුලි ධාරාව ආදේශ කළ හැකියි. ඒ කියන්නේ විදුලි ධාරා දෙකක් හා චලනය යන සාධක තුන

අතරේ ක්‍රියාකාරිත්වයක් ලෙසද ජෙනරේටර්/මොටර් ක්‍රියාව විස්තර කළ හැකියි (මෙවිට තනි තනි සන්නායක දෙකක ගමන් කරන විදුලි ධාරා දෙක විසින් වෙන වෙනම චුම්භක ක්ෂේත්‍ර දෙකක් සාදනවා; මෙවිටද මුලින්ම කියූ පරිදි චුම්භක ක්ෂේත්‍ර දෙකක් පවතිනවා දැන්).

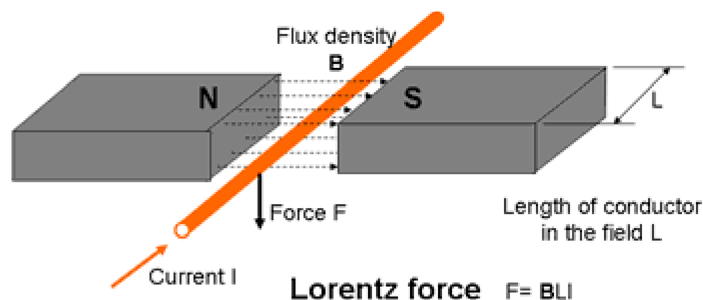
එහෙත් ප්‍රායෝගිකව එය පොතපතෙහිද සඳහන් වන්නේ **චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක්, විදුලි ධාරාවක්, හා චලනයක්** යන සාධක තුනෙහි අන්තර්-ක්‍රියාවක් ලෙසයි (මෙවිට දැනටමත් පවතින චුම්භක ක්ෂේත්‍රය හා විදුලි ධාරාව නිසා ඇති වන චුම්භක ක්ෂේත්‍රය ලෙස, සුපුරුදු ලෙසම චුම්භක ක්ෂේත්‍ර දෙකක් ලැබෙනවා). ඇත්තටම මේ කුමන ක්‍රමයෙන් කිව්වත් කියන්නේ එකම සංසිද්ධිය වන බව පේනවා නේද?

මීට පෙර (ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් 2 පොත) අප විදුලිය හා චුම්භක අතර තිබෙන විවිධාකාරයේ සම්බන්ධතා ගැන සොයා බැලුවා. දැන් සොයා බලමු චුම්බක/විදුලිය හා චලනය අතර තිබෙන සම්බන්ධතාව ගැන. මෝටර් හා ජෙනරේටර් අධ්‍යනය සඳහා මෙය අත්‍යවශ්‍ය වේ. චුම්භක ක්ෂේත්‍ර දෙකක් හා චලනය/බලය අතරයි සැබැවින්ම සම්බන්ධතාව පවතින්නේ. එහෙත් මොහොතකට පෙර සඳහන් කරපු ලෙසටම, එය චුම්භක ක්ෂේත්‍රය (B), විදුලි ධාරාව (I), හා චලනය (F) අතර සම්බන්ධතාවක් ලෙසටත් තේරුම් ගැනීමට හැකිය. සෑම පොතකම යොදා ගන්නේද එම ප්‍රකාශය නිසා, මෙතැන් සිට B, I, F යන සාධක තුනයි සලකා බලන්නේ.

සූත්‍රයක් ලෙස පහත දැක්වෙන සේ සරල සම්බන්ධයක් පවතිනවා. මෙය ලොරෙන්ස් බලය (Lorentz force) සොයන එක් සූත්‍රයකි. මෙම සූත්‍රයේ F ලෙස තිබෙන බලය ලොරෙන්ස් බලය ලෙස හැඳින්විය හැකියි (ලොරෙන්ස් යනු මේ පිළිබඳ පර්යේෂන සිදු කළ ප්‍රමුඛ විද්‍යාඥයාගේ නමයි).

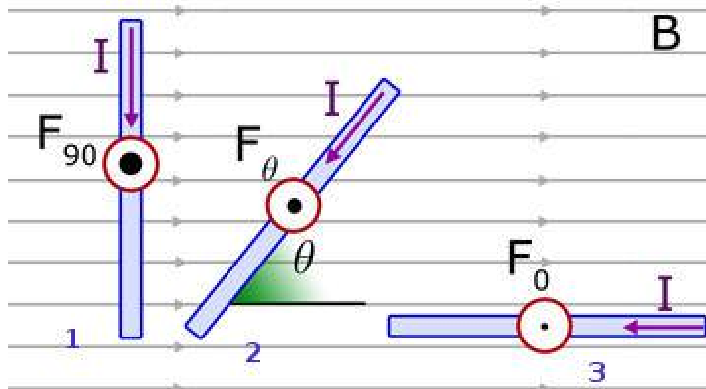
$F = BIL$

මෙහි F – බලයද (බලයක් තිබෙන හැම තැනම චලනයද පවතී), B - චුම්භක ක්ෂේත්‍රයද, I - ධාරාවද, L - චුම්භක ක්ෂේත්‍රය (B) තුල ඇති ධාරාව (I) ගලා යන සන්නායකයේ දිගද වේ. මෙම සූත්‍රයෙන් ඉතා පහසුවෙන්ම F, I, B අතර තිබෙන සම්බන්ධතාව ප්‍රමාණාත්මකව සෙවිය හැකියි (යම් කොන්දේසියක් ඇත; මොහොතකින් එම කොන්දේසිය විස්තර කෙරේ). උදාහරණයක් ලෙස, ටෙස්ලා 0.5 ක චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් තුළ, ඇම්ප් 2 ක ධාරාවක් යන සෙන්ටිමීටර් 20 ක් දිග සන්නායක් මත ඇති වන බලය කොපමණද? $F = BIL = (0.5\ T)x(2\ A)x(0.2\ m) = 0.2\ N$ (Newton) වේ. පහත රූපයේ මෙය දිස් වේ.



තනි කම්බියක් වෙනුවට කම්බි පොටවල් N සංඛ්‍යාවක් ඇති කළ හැකි නම්, බලය N ප්‍රමාණයකින් වැඩි වේ. එයද බොහෝවිට සූත්‍රයක් ලෙස, $F = BILN$ ලෙස ලිවිය හැකියි. එසේ වන්නේ ඇයි කියා සිතා බලන්න. ඉහතදී ඇත්තටම සිදු වූයේ I ධාරාව L දිග සහිත සන්නායකයේ ගමන් කිරීමෙන් යම් චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් ඇති වීමනෙ. ඉතිං එතැන පොටවල් ගණන වැඩි කරන විට, එසේ ඇතිවන චුම්භක ක්ෂේත්‍රයද ඒ ප්‍රමාණයෙන්ම වැඩි වෙනවා. මේ නිසා තමයි මෝටර් හා ජෙනරේටර්වල පොටවල් සියගණන් ඔතා තිබෙන කොයිල් හමුවන්නේ.

ඉහත සූත්‍රයෙන් සංඛ්‍යාත්මක පැතිකඩ පෙන්නුවත් එම සූත්‍රය යෙදීමට එක් කොන්දේසියක් ඇත. එය නම්, චුම්භක ක්ෂේත්‍රය හා ධාරාව යන දෙකම එකිනෙකට සමාන්තරව නොපැවතිය යුතුය. උදාහරණයක් ලෙස, චුම්භක ක්ෂේත්‍රය පවතින්නේ වම් අත පැත්තේ සිට දකුණු අත පැත්තට නම්, විදුලි ධාරාවත් වමේ සිට දකුණට (හෝ දකුණේ සිට වමට) නොපැවතිය යුතුය. එය පහත රූපයේ 3 වැනි අවස්ථාවෙන් දැක්වේ.



ඒ කියන්නේ B හා I යන දෙක වෙනස් දිශා ඔස්සේ පිහිටිය යුතු බවයි (ඉහත 1, 2 අවස්ථා මෙන්). වෙනස් වෙනස් දිශා අනන්ත ගණනක් තිබේ. ඒ ඕනෑම අවස්ථාවක් මේ සඳහා වලංගු වේ. එහෙත් ඒ දෙකෙහි උපරිම ක්‍රියාකාරිත්වය සිදු වන්නේ B හා I දෙක එකිනෙකට ලම්භකව පිහිටන විටයි (ඉහත 1 අවස්ථාව). එනිසා බොහෝ අය ඉහත කොන්දේසිය සඳහන් කරන්නේ චුම්භක ක්ෂේත්‍රය හා ධාරාව එකිනෙකට ලම්භකව පිහිටිය යුතුය කියාය. ලම්භකව පිහිටි විට උපරිම ක්‍රියාකාරිත්වයයි ලැබෙන්නේ. ලම්භක බවින් ටිකෙන් ටික ඈත්වන විට ක්‍රියාකාරිත්වය උපරිම බවේ සිට ටික ටික අඩු වෙනවා (ඉහත 2 න් එම අවස්ථා සියල්ල නියෝජනය වේ). අත්‍යවශ්‍ය වන්නේ ඒ දෙක එකිනෙකට සමාන්තර නොවීම පමණි (මොකද සමාන්තර වූ විට, ඒ දෙකෙහි අන්තර්ක්‍රියාකාරිත්වය ශූන්‍ය වනවා).

ඉහත විස්තරයෙන් ඔබට ගණනය කිරීම් කළ නොහැකියිනෙ. ඉතිං එය ගණිතානුකූලව සූත්‍රයක් බවට පත් කර ගත යුතුය. එය කරන්නේ මෙසේය. B හා I අතර තිබෙන කෝණයේ සයින් අගයෙන්ද වැඩි කිරීම පමණයක් සිදු කළ යුත්තේ (ඉහත රූපය බලන්න). එවිට, ඒ දෙක එකිනෙකට ලම්භක වන විට, කෝණය 90 බැවින්, සයින් 90 = 1 වී උපරිම අගය වන B x I x sin90 = BI ලැබේ. ඒ දෙක සමාන්තරගත වන විට, කෝණය 0 බැවින්, සයින් 0 = 0 වී අවම අගය වන B x I x sin0 = 0 ලැබේ. මේ ආදී ලෙස විවිධ කෝණවලින් පිහිටියත් දැන් ඔබට ඒ ඕනෑම අවස්ථාවකදී ඒ දෙකෙහි අන්තර්ක්‍රියාකාරිත්වයේ ප්‍රමාණය සෙවිය හැකියි. ඒ අනුව, මෙම කොන්දේසියද ඇතුලත් කළ විට, වඩාත්ම නිවැරදි පහත සූත්‍රය ලැබේ.

$F = BILN\sin\theta$

සටහන

උසස් ගණිත සංකල්පයක් වන දෛශික කතිර ගුණිත (vector cross product) සම්බන්ධතාවක් I හා B අතර ඇතැයි යනුවෙන් ගණිතය ගැන දන්නා අයට දැන් මෙය වැටහෙනු ඇත (B x I ලෙස කතිර ගුණිත සංඛේතයෙන් එය ලිවිය හැකියි). දෛශික කතිර ගුණිත නිරූපණ ක්‍රමය අනුව ඉහත සූත්‍රයම පහත ආකාරයට ලිවිය හැකියි. (මෙම පොත් පෙළෙහි පළමු පොතේ ගණිත අතිරේකයේ කතිර ගුණිතය ගැන හැඳින්වීමක් තිබේ.)

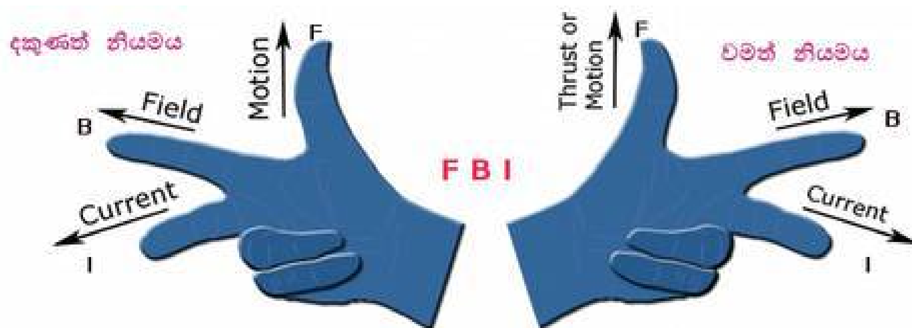
$F = IL \times B$

දැන් ඉහත සූත්‍රය අවසාන වශයෙන් විග්‍රහ කරමු. I හා B දෙක ඉහත කියූ ආකාරයට අන්තර්ක්‍රියාවක් සිදු කරන විට, එහි ප්‍රතිඵලයක් වශයෙන් ධාරාව ගමන් කරන සන්නායකයට යම් F බලයක් ක්‍රියා කරනවා. එසේ ක්‍රියා කරන බලයේ දිශාව වන්නේ හැමවිටම I හා B යන දෙක පිහිටන තලයට ලම්භක (normal) ලෙසයි. ඕනෑම තලයකට ලම්භක දෙකක් ඇත (තලයෙන් ඉහල දිශාවට හා තලයෙන් පහල දිශාවට). ඉතිං දැන් ප්‍රශ්නය වන්නේ මෙම දෙකෙන් කුමන එකක් ඔස්සේද මෙම බලය ක්‍රියාත්මක වන්නේ කියා. පහත විස්තර කෙරෙන ෆ්ලෙමිංගේ නියමය මඟින් එය සොයා ගත හැකියි.

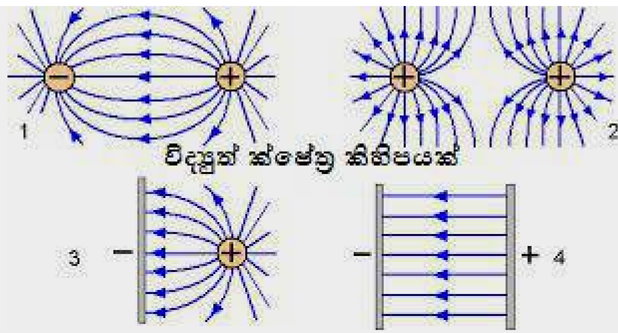
F=BILNsinθ ලෙස සරල සූත්‍රයෙන් අපට සංඛ්‍යාත්මකව අගයන් ලැබෙන අතර, ෆ්ලෙමිංගේ දකුණත් හා වමත් රීතීන් අනුගමනය කරමින් මේ එක් එක් රාශින් පැවතිය යුතු දිශා පහසුවෙන්ම තීරණය කළ හැකියි. ෆ්ලෙමිංගේ වමත් රීතියෙන් (Fleming's left hand rule) මෝටර් ක්‍රියාවද, දකුණත් රීතියෙන් (Fleming's right hand rule) ජෙනරේටර් ක්‍රියාවද විස්තර කෙරේ.

ඒ කියන්නේ මෝටරයක් ගැන කතා කරන විට, වමත් නියමය යෙදිය යුතු අතර, ජෙනරේටරයක් විග්‍රහ කරන විට, දකුණත් නියමය යෙදිය යුතුයි.

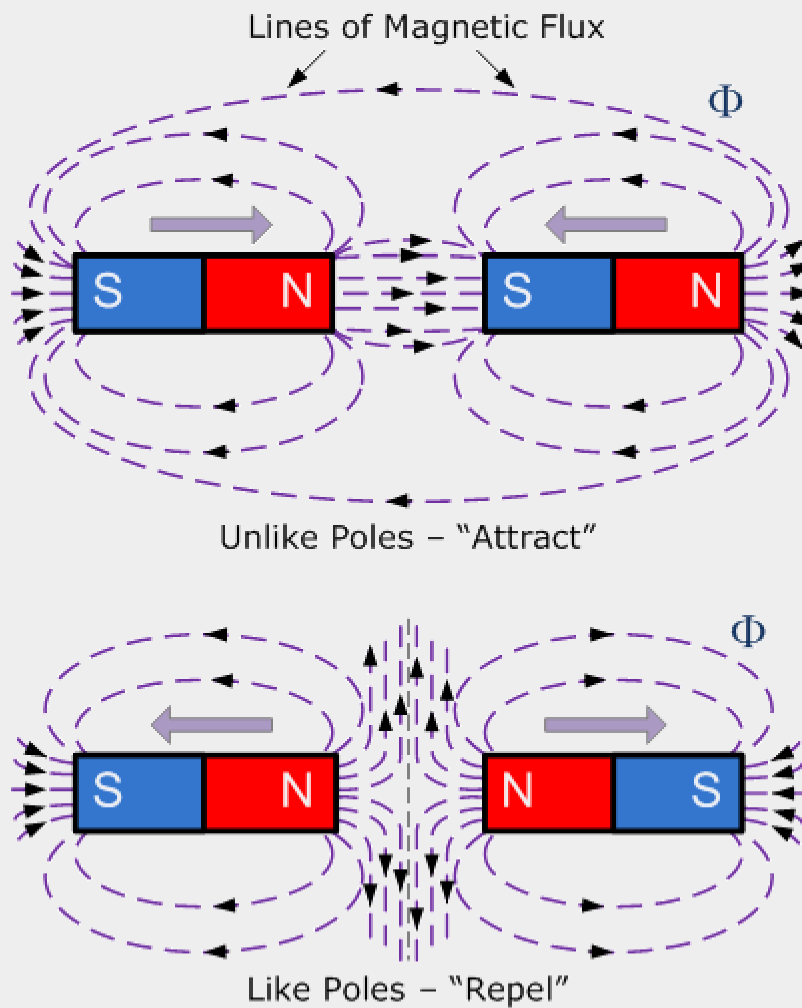
වමත් හෝ දකුණත් හෝ වේවා ඉන් කියන්නේ B, I, හා F යන රාශින් තුන එකිනෙකට සාපේක්ෂව පිහිටිය යුතු ආකාරයයි. එය අතේ මාපොට, දඹර, හා මැද ඇඟිලිවලින් පහසුවෙන් සොයා ගන්නා ආකාරයයි ෆ්ලෙමිං විසින් හඳුන්වා දුන්නේ. මෙම රාශින් තුනම එකිනෙකාට ලම්භකයි. මේ ඇඟිලි තුන කුමන රාශින් 3 ට අයත්ද යන්න පහසුවෙන් මතක තබා ගන්න පුලුවන් FBI යනුවෙන් එය පාඩම් කළ විට (FBI යන වචනය ඉංග්‍රිසි චිත්‍රපට බැලීම නිසාම අප කාටත් හුරුපුරුදු වචනයකි එය ඇමරිකාවේ ජාතික පොලිසිය නිසා). එම අකුරු තුන පිළිවෙලින් මාපොට ඇඟිල්ලේ සිට ආදේශ කරන්න.



සටහන
විදුලි හෝ චුම්භක හෝ වෙනත් ඕනෑම බල ක්ෂේත්‍රයක් (force field) දෛශික රාශින් වේ. ඒ කියන්නේ එවැනි රාශින්ට අගයක් මෙන්ම දිශාවක් පවතිනවා. සම්මතයක් වශයෙන් විදුලි ක්ෂේත්‍රයක් ධන ආරෝපණ සිට ඍණ ආරෝපණ දෙසට විහිදෙනවා යැයි සලකනවා. ඒ කියන්නේ චිත්‍රමය ස්වරූපයෙන් දක්වන විට, බල රේඛා ධන ආරෝපණවල සිට ඉවතට යන ලෙස ඇඳිය යුතුයි.

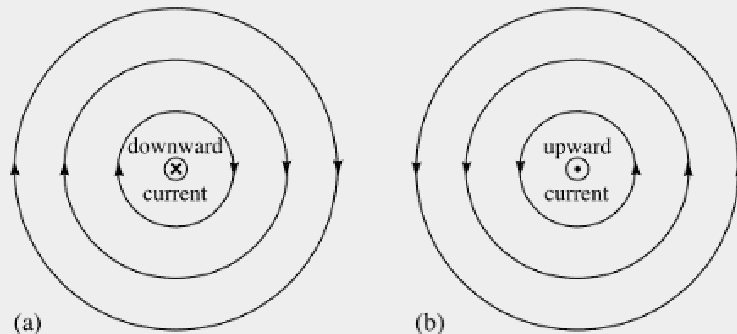


එලෙසම, චුම්භක ක්ෂේත්‍රයකදී උතුරු ධ්‍රැවය/අග්‍රය සිට දකුණු ධ්‍රැවය/අග්‍රයට බල රේඛා ඇඳිය යුතු යැයි සම්මත කොටගෙන ඇත.



සාමාන්‍යයෙන් විද්‍යා හා තාක්ෂණයේදී හැමවිටම සම්මතයන්ට ගරු කෙරේ. ඒ අනුව, විදුලිය, චුම්භක ආදිය ගැන පැහැදිලි කෙරෙන අවස්ථාවලදී මෙම සම්මතයන් අනුව සිතන්න. යම් අවස්ථාවක සම්මත අර්ථ දැක්වීම හා පැහැදිලි කිරීම්වලින් බැහැර වන විට, ඒ බැව් විශේෂයෙන් සඳහන් කෙරෙනු ඇත.

විද්‍යුත්චුම්භක ගැන පැහැදිලි කිරීමේදී තවත් පොදු සම්මතයක් ඔබ දැන සිටිය යුතුයි. ඔබ දන්නවා යම් සන්නායකයක් දිගේ විදුලි ධාරාවක් ගමන් කරන විට ඉන් චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් ඇති කරනවා. බොහෝවිට චුම්භක ක්ෂේත්‍රය අඳින්නේ නැතිව, ධාරාවයි අඳින්නේ (එවිට චුම්භක ක්ෂේත්‍රය ඇතිවන ආකාරය ඔබ සිතින් ඇඳගත යුතුයි). මෙම ධාරාව ගමන් කරන්නේ ඔබ දැන් මේ බලාගෙන සිටින මොනිටරය තුළට (into/downward) නම්, එය කොලයක අඳින්න බැහැ මොකද කොලය ඇතුලට යන ලෙසට අඳින්නට හැකියාවක් නැති නිසා. එලෙසම මොනිටරයේ සිට එක එල්ලේම ඔබ දෙසට එන (upward) ධාරාවක් කොලයක අඳින්න බැහැ නේද? මීට යම් පිළියමක් යොදාගෙන තිබෙනවා. ධාරාව කොලය තුලට යන විට, එය කතිරයක් වට කරගත් කුඩා රවුමකින් දක්වන්නටත්, ධාරාව කොලයේ සිට ඉවතට එන විට, එය තිතක් වට කරගගත් කුඩා රවුමකින් දක්වන්නටත් සම්මත කරගෙන තිබෙනවා.



මෙලෙස තිත් හා කතිර යොදාගැනීමට හේතුවක් ඇත. ඩාට් ක්‍රීඩාවට (darts) යොදා ගන්නා ඊහිස් ගැන කල්පනා කරලයි මෙය පහසුවෙන් මතක තබා ගැනීමට හැකිවනු පිණිස එය සම්මතක කරගෙන තිබෙන්නේ. ඊහිසක් ඔබෙන් ඉවතට යවන විට, ඔබට පෙනෙන්නේ එහි පිටුපස කතිරයක් සේ දිස්වන කොටසයි (එය ධාරාවක් ඔබෙන් ඉවතට යෑමට සමාන කර ඇත). ඊහිසක් ඔබ දෙසට එන විට පෙනෙන්නේ එහි උල් කොටසයි (ඩොට් එකක් සේ).

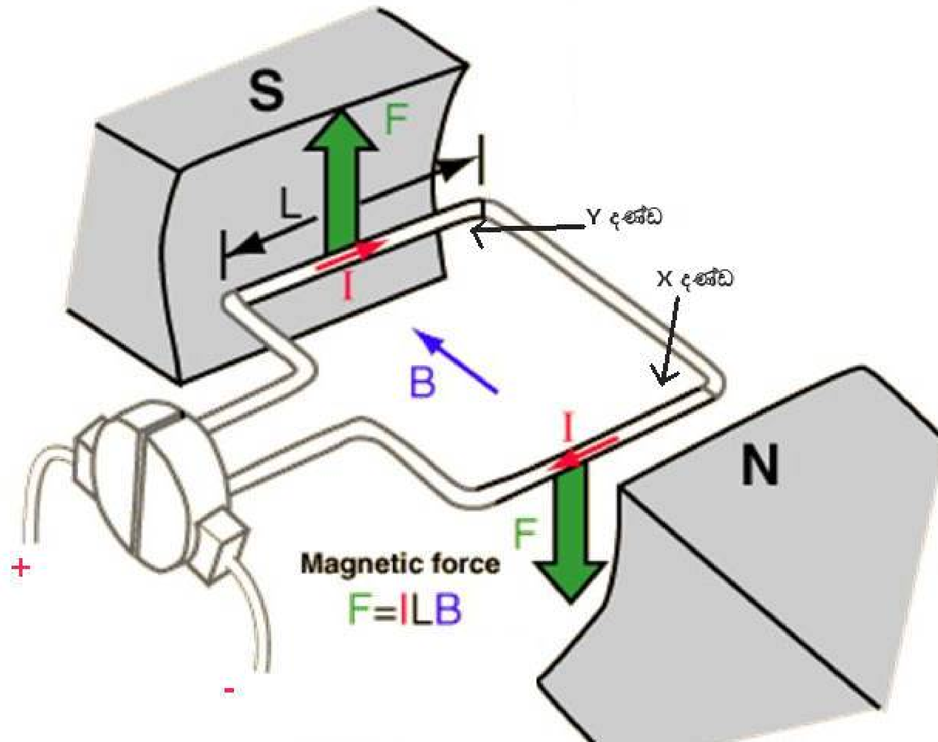


මෙම තිත් හා කතිර ක්‍රමයෙන් මෝටර් හා ජෙනරේටර් හා වෙනත් ඕනෑම විද්‍යුත්චුම්භක භාවිතාවක් ගැන පැහැදිලි කළ හැකියි. මෝටර්/ජෙනරේටර්වල අමෙවරය බොහෝවිට රූපවලදී මෙම තිත් හා කතිර මඟින් නිරූපණය කෙරෙනවා.

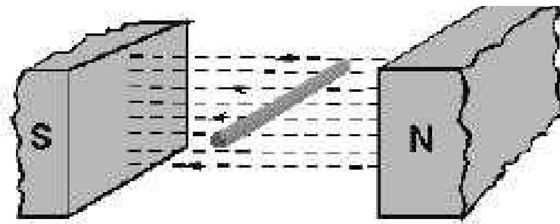
තවදුරටත් මේ ගැන දැන් සොයා බලමු. මුලින්ම වඩා පහසු වෙව් මෝටරයක් ක්‍රියා කරන අයුරු සොයා බැලුවොත්. ඇත්තටම මෝටරය වේවා ජෙනරේටරය වේවා මේ දෙකම ක්‍රියා කරන්නේ F, B, I යන රාශි/සාධක තුනේ අන්තර්ක්‍රියාව නිසා බව හොඳින් මතක තබා ගන්න.

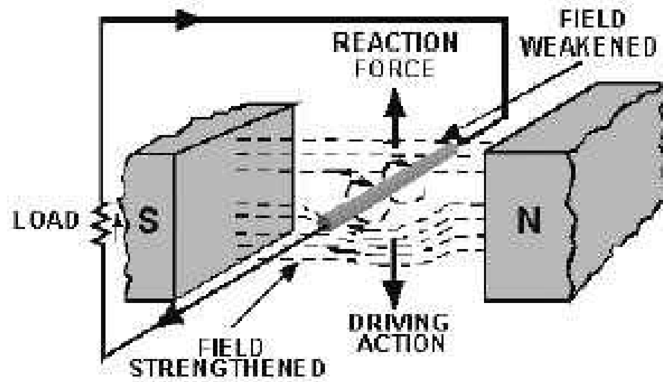
මෝටර් ක්‍රියාව (motor action)

චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් (B) තුළ තබා ඇති සන්නායකයක්/කොයිලයක් හරහා විදුලි ධාරාවක් (I) යැවූ විට, යම් බලයක්/චලනයක් (F) සිදු කර ගැනීමයි මෝටරයකින් කෙරෙන්නේ. එවිට, $F=BILN\sin\theta$ යන සූත්‍රය හා ෆ්ලෙමිංගේ වමත් නියමය (Fleming's Left Hand rule) අනුව සිදු වේ.



එකම වර්ගයේ ක්ෂේත්‍ර කිහිපයක් එකම දිශාවට පවතින විට, ඒ දෙසට එම ක්ෂේත්‍රය තවත් ශක්තිමත් වේ. එලෙසම එකිනෙකට විරුද්ධ දිශා දෙකකට එකම වර්ගයේ ක්ෂේත්‍ර දෙකක් පවතින විට, එම ස්ථානයෙහි සමස්ත/සමක ක්ෂේත්‍රය දුර්වල වේ (පහත රූපය). A රූපයේ දැක්වෙන්නේ චුම්භක ක්ෂේත්‍රය තුළ ධාරාවක් ගලා නොයන සන්නායකයක්. එය නිසලව තිබෙනවා. දැන් එම සන්නායකට හරහා B රූපයේ පෙන්වා තිබෙන ආකාරයට ධාරාවක් යවන්න. එවිට ඉන් චුම්භක වලලු ඇති වෙනවා (ධාරාව ගලා යන දිශාව අනුව). මෙම චුම්භක වලලු හා භාහිර චුම්භක ක්ෂේත්‍රය අතර ඇතිවන ක්ෂේත්‍ර ශක්තිමත් වීමේ හා දුර්වල වීමේ ක්‍රියාවලිය රූපමය ආකාරයෙන් එහි දැක්වෙනවා.





මේ ලබා ගත් දැනුම ඔස්සේ සරල මෝටර් ක්‍රියාකාරිත්වයේ රූපය විග්‍රහ කරන්න (මේ ඔස්සේ විග්‍රහ කළ විට, අවසානයේ ඔබට ලැබෙන්නේ ෆ්ලෙමිංගේ නියමයි; බොහෝවිට ෆ්ලෙමිංද මුලින් තර්ක කරන්නට ඇත්තේ මෙලෙසමයි).

X හා Y දණ්ඩවල් දිගේ ධාරාවක් ගමන් කරන විට ඉන් ඇතිවන චුම්භක ක්ෂේත්‍ර/වලලු සිතින් මවාගන්න. එහි X දණ්ඩේ ඇති වලලු හා B ක්ෂේත්‍රය වෙත අවධානය යොමු කරන්න. මෙහිදී X දණ්ඩේ උඩින් ඇති වලලු කොටස B ක්ෂේත්‍රය පවතින පැත්තටම පවතින නිසා, එතැන ක්ෂේත්‍රය තවත් ශක්තිමත් වේ. එතැනම දණ්ඩ යට පැත්ත බලන්න. වලලුවල දිශාව දැන් B ට විරුද්ධව ඇත. එවිට එතැන ක්ෂේත්‍රය දුර්වල වේ. මෙම සිදුවීම X දණ්ඩ පුරාවටම එකසේ සිදු වෙනවා. එනම් X දණ්ඩ උඩ ක්ෂේත්‍රය ප්‍රබල හා යට ක්ෂේතය දුබලව පවතිනවා. එය හරියට පීඩන වෙනසක් වගෙයි. ඔබ දන්නවා පීඩන වෙනසක් ඇති විට, වැඩි පීඩනය පවතින තැන සිට අඩු පීඩනය පවතින තැනට චලනයක් සිදු වීමට උත්සහ කරනවා. මෙහිදීත් සිදු වන්නේ එවැන්නක්. ක්ෂේත්‍රය වැඩි තැන සිට අඩු තැනට චලනයක් ඇති වනවා. මෙලෙස දීර්ඝ වශයෙන් විග්‍රහ නොකරම වුවත් කෙලින්ම ෆ්ලෙමිංගේ වමත් නියමය යෙදීමෙන්ද මෙම බලය පවතින දිශාව සෙවිය හැකියි නේද? මේ ලෙසටම Y දණ්ඩත් විග්‍රහ කරන්න. එහෙත් Y දණ්ඩේදී බලය පිහිටන්නෙ අනෙක් පැත්තටයි.

දැන් මෙලෙස මුලු දණ්ඩ පුරාම බල දෙකක් එකිනෙකට විරුද්ධව තිබෙනවා. ඉහත රූපයේ මෙම දණ්ඩ කැරකිය හැකි ලෙසයි තබා ඇත්තේ. මෙනිසා මෙම බල දෙකේ ක්‍රියාකාරිත්වයෙන් එම දණ්ඩ කරකැවෙනවා. ඒ කියන්නේ අර ලොරෙන්ස් බල දෙක බල යුග්මයක් හෙවත් ව්‍යාවර්තයක් සේයි පවතින්නේ (ව්‍යාවර්ත ආදිය ගැන පොත් පෙළේ පළමු පොතෙහි අතිරේකයේ විස්තර කර ඇත). මෝටරයේ කැරකැවීම සිදුවන ක්‍රියාවලිය එයයි.

සටහන
මෝටරයක ඉහත විස්තර කළ පරිදි ඇති වන ව්‍යාවර්තය (torque) මෝටරයේ ප්‍රබලතාව ගැන කතා කිරීමේදී ප්‍රමුඛ සාධකයකි. ටෝක් එක වැඩි විට මෝටරයේ "සැර" වැඩි වේ (වේගය නොව). ඉතා පහසුවෙන් ඕනෑම මෝටරයක ව්‍යාවර්තය හෙවත් "ටෝක් එක" සෙවිය හැකියි.

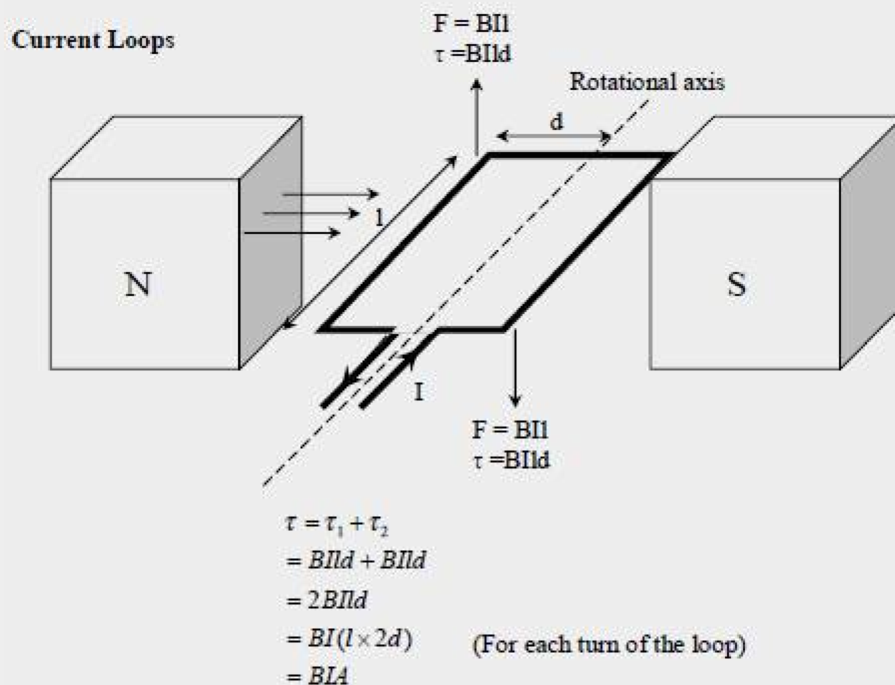
ව්‍යාවර්තය = බලය x ලම්භ දුර (ඉලෙක්ට්‍රොනික් I පොතෙහි විස්තර ඇත)

ව්‍යාවර්තය = F x d = (BIL) x d = BILd

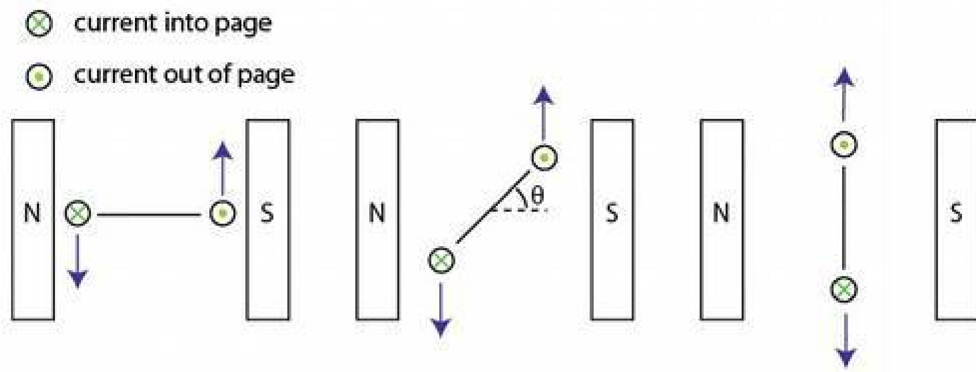
මෙම ව්‍යාවර්තය වනුයේ එක් දණ්ඩක ව්‍යාවර්තයයි. දඬු දෙකෙහිම එබැවින් දෙගුණයකි.

මෝටර් දණ්ඩේ මුලු ව්‍යාවර්තය = 2BILd

2d x L යනු සම්පූර්ණ දණ්ඩේ වර්ගඵලය (A) ලෙසද ගත හැකියි. එනිසා
මෝටර් දණ්ඩේ මුලු ව්‍යාවර්තය = 2BILd = BIA



දණ්ඩ කරකැවෙන විට, මෙම බල යුග්මයේ අගයද නිරන්තරයෙන්ම වෙනස් වෙනවා. ඊට හේතුව දණ්ඩ කරකැවෙන විට, චුම්භක ක්ෂේත්‍ර දෙකෙහි (B ක්ෂේත්‍රය හා දඬු දිගේ විදුලිය ගමන් කිරීම නිසා ඇති වන ක්ෂේත්‍රය) එකිනෙකට සාපේක්ෂ පිහිටීම වෙනස් වීමයි. මෙම ක්ෂෙත්‍ර දෙක වරක ලම්භකව පිහිටනවා. ඉන් පසු ව්‍යාවර්තය නිසා දණ්ඩ කරකැවෙන වන විට, ක්ෂේත්‍ර දෙක එම ලම්භක බවින් ටික ටික දුරස් වෙනවා. එවිට ක්‍රමයෙන් ව්‍යාවර්තය (බලය) අඩු වෙනවා. යම් අවස්ථාවකදී මෙම ක්ෂේත්‍ර දෙක සමාන්තර වෙනවා. එවිට ව්‍යාවර්තය/බලය ශුන්‍යයි. මේ ආකාරයට මෙය අඛණ්ඩව සිදු වෙනවා විදුලි බලය මෝටරයට සපයා තිබෙන තුරාවටම.



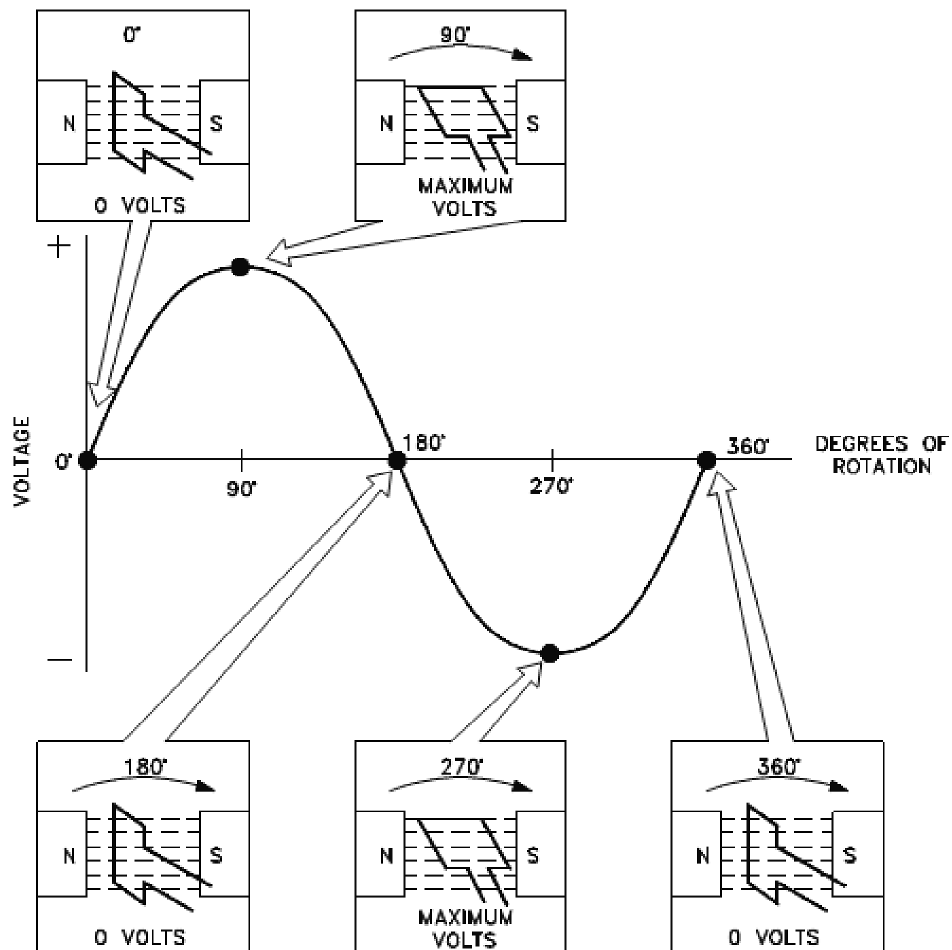
ඔබ බයිසිකල් රෝදයක් එක් වරක් කරකවා අත් හැරිය විට රෝදය නවතින්නේ නැතිව යම් වෙලාවක් දිගටම කැරකැවෙනවා නේද? එලෙසම ඉහත මෝටරයේ බලය ශූන්‍ය අවස්ථාවලදී පවා මෝටරය නවතින්නේ නැතිව ගමන් කරනවා. ඒ නිසයි මෝටරය දිගමට කරකැවෙන්නේ. මෝටර් ගැන ඉගෙනීමට බොහෝ කරුණු ඇතත්, මෙම අතිරේකයට මෙම ප්‍රමාණයෙන් දැන සිටීම ප්‍රමාණවත්.

ජෙනරේටර් ක්‍රියාව (generator action)

යම් චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් (B) තුළ යම් සන්නායක දණ්ඩක් චලනය කළ විට (F), විදුලි ධාරාවක් (I) ඇති වීම ජෙනරේටරයක සිදු වේ. මෙය "ජෙනරේටර් ක්‍රියාව" ලෙස හැඳින්විය හැකියි. ඉහතකදී මෝටර් ක්‍රියාව විග්‍රහ කළ රූපයම ජෙනරේටර් ක්‍රියාව විග්‍රහ කිරීමටත් යොදා ගත හැකියි.

දණ්ඩ කරකවන විට, චුම්භක ක්ෂේත්‍රය තුළ සාපේක්ෂ චලිතයක් ඇති වන නිසා දණ්ඩ වටා චුම්භක වලලු (හෙවත් විදුලි ධාරාවක්) ප්‍රේරණය වේ. මෙසේ නිපදවෙන ධාරාවේ දිශාව සෙවීමට ෆ්ලෙමිංගේ දකුණත් නියමය යෙදිය හැකියි. මෝටර් ක්‍රියාව සඳහා වමත් නියමයත් ජෙනරේටර් ක්‍රියාව සඳහා දකුණත් නියමයත් යෙදිය යුතු බව පහසුවෙන් මතක තබා ගැනීමට "Genie is always Right" යනුවෙන් ඉංග්‍රිසි හාස්‍යජනක කියමනක් තිබේ. මෙහි හාස්‍යජනක පැත්ත වනුයේ ජෙනී කියන ගැහැණිය ඉතිං හැමදාමත් හරිනෙ (මොන බොරුව කිව්වත් ගැහැණු හැමවිටම තමන් හරි කියා සිතන බවයි). මේ ප්‍රකාශය අපට වැදගත් වන්නේ ජෙනී (ජෙනරේටරය) හැමවිටම දකුණු (right) යන්න මතක් කර දෙන නිසයි.

මෝටරයේදී දණ්ඩ කරකැවෙන විට බලය ක්‍රමයෙන් වෙනස් වූවා සේම, දණ්ඩ කරකැවෙන විට ජෙනරේටරයේ නිපදවෙන විදුලියද අඛණ්ඩව වෙනස් වේ. (ඒසී) ජෙනරේටරයකින් නිපදවෙන විදුලිය පහත රූපයේ ආකාරයට වේ. මෙම විදුලිය සයිනාකාර තරංග හැඩයෙන් යුක්තයි නේද? ජෙනරේටරයකින් ස්වාභාවිකව ලැබෙන විදුලියේ හැඩය සයිනාකාර හැඩයයි. එය ඇත්තටම ඔබේ හෝ ඉංජිනියර් කෙනෙකුගේ තෝරා ගැනීමක් නොව, ස්වභාව ධර්මයාගේ තෝරා ගැනීමකි. මෙවැනි සයිනාකාර "පිරිසිදු" තරංග ආකාරයේ විදුලියක් උපදවන ජෙනරේටර් ප්‍රත්‍යාවර්තකය හෙවත් ඕලටර්නේටර් (alternator) යන නමින්ද හැඳින් වෙනවා. (ඩීසී විදුලියක් නිපදවන ඩීසී ජෙනරේටර්ද පවතින අතර ඒවැනි ඩීසී ජෙනරේටර් ඩයිනමෝ (dynamo) යනුවෙන් හැඳින්විය හැකියි. ඩීසී මෝටර් හා ඒසී මෝටර් ලෙස මෝටර්ද දෙවර්ගයක් පවතිනවා.)



විශාල විදුලි බලාගාරයකදී භාවිතා වෙන යෝධ ජෙනරේටර් හෝ නිවස්වල භාවිතා කෙරෙන කුඩා ජෙනරේටර් හෝ විසින් යම් වොට් ගණනකින් යුතු විදුලි ශක්තියක් නිපදවනවා. මෙගාවොට් සිය ගණනක විදුලියක් නිපදවන යෝධ ජෙනරේටර්වල සිට කිලෝවොට් කිහිපයක විදුලියක් නිපදවන කුඩා ජෙනරේටර්ද පවතිනවා. ජෙනරේටරයක් කරකැවෙන විට ඉන් විදුලියක් හට ගන්නවා. එම විදුලිය යම් යම් උපාංගවලට (ලෝඩ් එක) ලබා දී වැය කළේ නැතිනම්, ජෙනරේටරයෙන් නිපදවෙන විදුලියට කුමක් වේද? මඳක් සිතා බලන්න. උදාහරණයක් ලෙස, කිලෝවොට් 10 ක ජෙනරේටරයක් ගමු. එම ජෙනරේටරය ක්‍රියාත්මක කරන විට, ඉන් උපරිමව කිලෝවොට් 10 ක විදුලියක් ලබා දිය හැකියි. එහෙත් මෙම විදුලිය කිසිම උපකරණයකට සපයන්නේ නැතිනම් එම විදුලියට කුමක් වේද? අනිවාර්යෙන්ම කොහේ තැනක එම "භාවිතයට ගත හැකිව තිබූ නමුත් භාවිතයට නොගත් ශක්තිය" අපතේ යා යුතුයි නේද? ඔව්. එහෙත් බොහෝ අය සිතන ආකාරයක අපතේ යෑමක් මෙහි සිදු නොවේ. ඒ ගැන මඳක් විමසා බලමු.

ජෙනරේටරයකින් විදුලිය ලබා ගෙන එය ලෝඩ් එකකට ලබා දී නැතිනම්, ඇත්තටම ජෙනරේටරයෙන් විදුලි ශක්තියක් නිපදවා නැතැයි (සෛද්ධාන්තිකව) සැලකිය යුතුය. ජෙනරේටරය කැරකුනත් ඉන් කිසිදු විදුලියක් පිට කර නැත; එනම් කිසිදු විදුලියක් නිපදවා නැත. එහෙත් ප්‍රායෝගිකව ගත් කළ කිසිදු ලෝඩ් එකක් නැති අවස්ථාවක වුවත්, ජෙනිය විසින් ඉතා කුඩා (විදුලි) ශක්තියක් නිපදවනවා. ඊට හේතුව ජෙනිය කරකැවෙන විට ජෙනිය තුළ යම් තාපයක් නිපදවෙනවා. මෙන්න මෙම කුඩා තාප ශක්ති ප්‍රමාණයට සමාන විදුලි ශක්තියක් දළ වශයෙන් ජෙනිය විසින් නිපදවූවා සේ සැලකීමට සිදු වෙනවා (කිසිම උපකරණයක් 100% කාර්යක්ෂම නොවන බව ඔබ දන්නවනෙ).

ඉහත කුඩා අපතේ යෑම අමතක කළොත්, ඒ කියන්නේ ජෙනිය තුළ කිසිදු ශක්තියක් අපතේ නොයන බවයි. ඒ කියන්නේ ජෙනිය කරකැවුනත්, ඉන් නිපදවා ලෝඩ් එකකට ලබා දීමට හැකිව තිබූ විදුලි ශක්තිය ජෙනිය තුළ නම් අපතේ නොගිය බවයි. ලෝඩ් එකකට ලබා දුන්නෙත් නැතිනම්, ජෙනිය තුල වැය වූයෙත් නැතිනම් මෙම විදුලි ශක්තියට කුමක්ද වූයේ? ඇත්තටම කුමක්වත් වූයේ නැත. සරල හා එකම උත්තරය කිසිදු විදුලියක් ජෙනිය විසින් නිපදවා නැත යන්නයි. නිපදවා නැති නිසා අපතේ යෑමක් හෝ වැය වීමක්ද නැත. මෙය එකවර සමහරෙකු පිළිගැනීමට මැලි වීමට හැකි වුවත් සත්‍ය එයයි. ඉන් කියන්නේ ජෙනියකින් විදුලියක් නිපදවන්නේ ඊට ලෝඩ් එකක් සම්බන්ධ කර තිබෙනවා නම් පමණයි.

එහෙත් තවමත් ප්‍රශ්නයක් තිබේ. ජෙනිය විදුලිය නිපදවූයේ නැතිනම් (ලෝඩ් එක නැති විට), ජෙනිය ඉන්ධන (හෝ වෙනත් ශක්ති ප්‍රභවයක්) වැය කළේ කුමක් සඳහාද? එසේ වැය කළ ශක්තියට කුමක්ද වූයේ? එකක් නම් පැහැදිලියිනෙ - එනම්, ලෝඩ් එකක් තිබුණත් නැතත් ජෙනියට ඉන්පුට් කළ ශක්තිය අඩු වැඩි වූයේ නැත. ඒ කියන්නේ මෙම ඉන්පුට් කරපු ශක්තිය අපතේ ගොස් ඇත. ඔව්. එය අපතේ යනවා ලෝඩ් එකක් නැති විටත්. මෙම අපතේ යෑම සම්පූර්ණයෙන්ම තාප ශක්තිය වශයෙන් අවසානයේ අපතේ යනවා. මෙම කරුණ විදුලිය නිපදවන අයට බරපතල ප්‍රශ්නයක්. රුපියල් කෝටි ප්‍රකෝටි ගණනක ඉන්ධන දවා නිපදවන විදුලිය කුමන හෝ හේතුවක් නිසා භාවිතා නොකළොත් අර ඉන්ධන නිකරුණේ නාස්ති වී යනවා. එනිසා විදුලිබලාගාරවල ඉංජිනේරුවන් විසින් නිරන්තරයෙන්ම විදුලි පරිභෝජන රටාවන් පිළිබඳ දත්ත රැස් කරමින් බලාගාර පවත්වාගෙන යනවා. එය සංකීර්ණ ක්‍රියාවලියක්. ඉන්ධන හා මුදල් නාස්ති වෙනවා පමණක් නොව, ලෝඩ් එක අඩුවෙන විට එය විදුලිබලාගාර උපාංගවලටද හානිකර වෙනවා. එය වැලැක්වීමට සමහරවිට යම් අගයකට වඩා ලෝඩ් එක අඩු වූවොත් ඉබේම විදුලි සැපයුම (ලංකාවේ මේ ලියන මොහොත වන විටත්) කපා හරිනවා. මේ අවුරුද්දේ එවැනි අවස්ථාවක් මතු වී මුලු රටේම විදුලි බලය ඉබේම කපා හැරුණා. එහෙත් දියුණු ක්‍රම භාවිතා කර එවැනි අවස්ථා කළමණාකරණය කළ හැකියි.

ජෙනියක් සම්බන්ධයෙන් තවත් රසවත් කරුණක් ඇත. යම් ජෙනියක් (හෝ තරමක ලොකු මෝටරයක් හෝ) ගෙන එය ලෝඩ් එකකට සම්බන්ධ නොකර එහි දණ්ඩ කරකවා බැලිය හැකි නම්, ඉතා පහසුවෙන් එය කරකැවෙනවා. එහෙත් ඊට ලෝඩ් එකක් (එනම් විදුලිය වැය කරන උපකරණයක් ෆෑන්, අයන් වැනි) සවි කර නැවත දණ්ඩ කරකවා බැලුවොත් එය කරකැවීමට විශාල අපහසුවක් දැනේවි. ලෝඩ් එක විශාල වන තරමට මෙය කරකැවීමට අපහසුව වැඩි වෙනවා. මින් අදහස් කරන්නේ ජෙනිය නිපදවන්නේ ඊට සම්බන්ධ කර ඇති ලෝඩ් එකට ගැලපෙන/අවශ්‍ය ප්‍රමාණයේ විදුලියක් පමණි. එය සිදු වන්නෙත් යම් උපරිම අගයක් දක්වා පමණි (ජෙනියේ උපරිම වොට් ගණන). බලන් ගියහම ජෙනිය වැඩ කරන්නෙත් ඔබ සාමාන්‍යයෙන් වැඩ කරන ආකාරයටම තමයි. උදාහරණයක් ලෙස, ඔබ වැඩක් කරන වේගය ගැන සිතා බලන්න. යම් හදිසි වැඩකට යෑමට ඇත් නම්, කරන වැඩේ ඉක්මනින් කරනවා නේද? හදිසිය වැඩි වන තරමට, ඔබ දැන් වැඩ කරමින් සිටින වේගයත් ඒ ප්‍රමාණෙන්ම ඉක්මන් කරනවා. එහෙත් ඔබට එම වැඩේ ඉක්මනින් කළ හැකි උපරිම වේගයක්ද තිබෙනවා.

පොදුවේ ජෙනරේටර් ක්‍රියාවලියෙන් විදුලිය නිපදවන ආකාරය ගැන යම් අවබෝධයක් ලබා ගත් පසු, දැන් බලමු වැදගත් ප්‍රායෝගික කරුණු කිහිපයක් ගැන. හැම රටකම තම රටට අවශ්‍ය විදුලිබලය නිපදවීමට විවිධාකාරයේ බලාගාර ගණනාවක් සාදනවා.

මේවායෙන් තෙල්, ගල්අඟුරු, ගෑස්, න්‍යෂ්ඨික බලය උපයෝගී කරගෙන ලබා ගන්නා විදුලිය පරිසරය බෙහෙවින් දූෂනය කරනවා. ඒ විතරක් නොවේ එම බලශක්ති ප්‍රභව සීඝ්‍රයෙන් හීන වේගෙන යනවා. තෙල් වැනි සම්පත් ඇතිවීමට අවුරුදු ලක්ෂ ගණනක් ගත වන නිසා, මෙවැනි බලශක්ති ප්‍රභව පුනර්ජනනීය නොවන බලශක්ති (non-renewable energy) ලෙස හැඳින්වෙනවා. එහෙත් සුළං, මුහුදු රළ, ජල, සූර්ය ශක්ති වැනි බලශක්ති ප්‍රභව ඊට සම්පූර්ණයෙන්ම වෙනස්. මේවායෙන් පරිසර දූෂනයක් ඇති නොවේ. කාලයත් සමග මෙම ශක්ති ප්‍රභව අඩු වෙන්නේද නැත. දිගු කාලීනව වියදමද අඩුය (එහෙත් ආරම්භක ප්‍රාග්ධන වියදම තරමක් වැඩිය). මෙවැනි ශක්තින් පුනර්ජනනීය බලශක්ති

(renewable energy) ලෙස හැඳින් වෙනවා. මේවා පරිසර හිතකාමී නිසාම green energy හෝ clean energy ලෙසද හැඳින්විය හැකියි.

කෙසේ හෝ වේවා නිපදවන විදුලිය නිවෙස් හා කර්මාන්තශාලා දක්වා බෙදා හැරිය යුතුයි බලාගාරවල සිට. විදුලි බෙදා හැරීමේ පද්ධතියක් (electricity distribution network/system) මේ සඳහා තිබේ. පොලොව යටින් හා විශාල/කුඩා විදුලි කුළුනු මතින් දිව යන වයර් හා විශාල/කුඩා ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් ආදිය මෙම පද්ධතියේ ප්‍රධාන අංග වේ. මෙම පද්ධතියට national grid හෝ electricity grid යන නම යොදනවා. සාමාන්‍යයෙන් බලාගාර සියල්ල මෙම ග්‍රිඩයට සම්බන්ධයි. සෑම තත්පරයකදීම රට තුළ පවතින විදුලි ඉල්ලුම/ලෝඩ් එක විචලනය වන නිසා, නිරන්තරයෙන්ම මෙම ග්‍රිඩය එම ඉල්ලුමට සරිලන සේ පාලනය කළ යුතුයි.

විදුලිය හෝ වෙනත් ඕනෑම ශක්ති ප්‍රභවයක් නිකරුණේ අපතේ නොයවා ඉන් උපරිම ප්‍රයෝජන ගැනීම අප කාගේත් වගකීමක් හා යුතුකමක් වේ. ඉන් පරිසරය විනාශ වීම අඩු වන අතර, මූල්‍යමය වශයෙන් ඉතිරියක්ද ඔබට ඇති වේ.

අතිරේකය 3

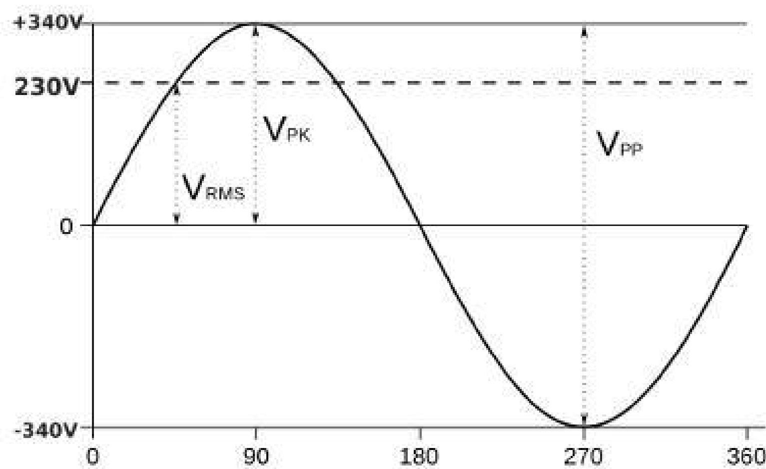
ප්‍රධාන විදුලිය (Mains Electricity)

රටේ/ප්‍රදේශයේ තිබෙන ජාතික විදුලි ග්‍රිඩයෙන් නිවෙස්/කර්මාන්තශාලාවලට ලබා දෙන විදුලි සැපයුම මේන්ස් විදුලිය ලෙස හැඳින්වේ. ලංකාවේදී රාජ්‍ය හා පෞද්ගලික සමාගම් යන දෙගොල්ලන් විසින්ම විදුලිය නිෂ්පාදනය කළත් (හෙවත් බලාගාර පවත්වාගෙන ගියත්), විදුලි ග්‍රිඩය පවත්වාගෙන යන්නේ රජය (විදුලිබල මණ්ඩලය - CEB) විසිනි. දැනට ලංකාවේ නිවසකට ලැබෙන විදුලිය හර්ට්ස් 50 කින් යුතු, වෝල්ට් 240 කින් හා ඇම්පියර් 40 කින් යුතු තනිකලා (single phase) විදුලිබල සැපයුමකි. මේ සියලු විස්තර ඔබේ නිවසේ සවිකර ඇති විදුලි මීටරයේ සටහන් කර ඇත. මේන්ස් විදුලියේ ප්‍රධාන සාධක 4 වන්නේ සංඛ්‍යාතය (හර්ට්ස් ගණන), වෝල්ටියතාව, ධාරාව, හා කලාවයි.

විවිධ රටවල මෙම සාධක 4 විවිධ වේ. සාමාන්‍යයෙන් ලොව පුරාම සංඛ්‍යාතය හර්ට්ස් 50 හෝ 60 වේ. මෙම අගය තීරණය වන්නේ ජෙනරේටරය කැරකෙන වේගය අනුවයි. හර්ට්ස් 50 විට, ජෙනරේටරය තත්පරයට වට 50 ක් කැරකේ. ලංකාව, ඉන්දියාව, බ්‍රිතාන්‍ය හා බොහෝ යුරෝපීය රටවල හර්ට්ස් 50 වේ. ඇමරිකාව ඇතුලු වෙනත් රටවල එම අගය 60 වේ.

ලොව පුරා මූලික වෝල්ටියතා අගයන් කිහිපයක් තිබේ. 240, 230, 220, 110 (වන්ටෙන්), 115, 120, 127, 130 යනු එම අගයන්ය. මෙම අගය නම් සංඛ්‍යාතය මෙන් ජෙනරේටරය හා සෘජු සම්බන්ධයක් නැත. සාමාන්‍යයෙන් ජෙනරේටරයකින් නිපදවෙන්නේ කිලෝවෝල්ට් ගණනක විදුලියක් වන අතර, එය බෙදා හරින විට ග්‍රිඩයේ වයර් තුළින් යන්නේ වෝල්ට් ලක්ෂ ගණනක් සහිතවයි. එහෙත් අවසානයේ නිවෙස්වලට ලබාදෙන විට, වෝල්ටියතාව ඉහත ලැයිස්තුවේ දැක්වෙන යම් අගයකට අඩු කරනවා.

මේන්ස් විදුලිය සයිනාකාර හැඩයකින් යුතුය. එනිසා, ඉහත වෝල්ටියතා අගයන් rms අගයන් වේ. කුලු හෙවත් පීක් අගය ගණනය කිරීමට rms අගය 0.707 න් බෙදන්න (නැතහොත් 1/0.707 හෙවත් 1.414 න් වැඩි කරන්න). මේ අනුව ලංකාවේදී මේන්ස් වෝල්ටියතාව වන 240 හි කුලු අගය වන්නේ 240x1.414 = 340 Volt පමණ වේ (ඒ කියන්නේ මේන්ස් වෝල්ටියතාව +340V හා -340V අතර විචලනය වෙනවා).



විවිධ වෝල්ටියතා මෙන්ම ධාරාවද විවිධ අගයන් ගනී. දැනට ලංකාවේ ඇම්පියර් 40 ක් ලබා දේ. ධාරාව සයිනාකාර තරංග හැඩය සහිතවම වෝල්ටියතාව සමග සමකලාවේ පවතී. එනිසා,

වෝල්ටියතාව දැක්වීමේදී මෙන්ම මෙම අවස්ථාවේද ධාරා අගය දක්වා තිබෙන්නේ rms අගයෙනි.

ඉහත අගයන් අනුව ලංකාවේ සාමාන්‍යයෙන් නිවසකට ලැබෙන විදුලියේ උපරිම ක්ෂමතාව (Watts) 240 $V_{(rms)}$ x 40 $A_{(rms)}$ = 9600W වේ. ඒ කියන්නේ ඔබේ නිවසේ තිබෙන විදුලි උපකරණ ක්‍රියාත්මක කළ හැක්කේ ඒ උපකරණවල ක්ෂමතාවන් සියල්ල එකතු කළ විට, එම අගය වොට් 9600 ට වඩා අඩු විය යුතු ලෙසයි. සාමාන්‍යයෙන් එම ප්‍රමාණය ප්‍රමාණවත් වන අතර, මීට වඩා වැඩි ක්ෂමතාවක් ඔබට නිරන්තරයෙන්ම අවශ්‍ය නම්, සිංගල් ෆේස් වෙනුවට ත්‍රී ෆේස් විදුලි සැපයුමක් ලබා ගත යුතුය (දළ වශයෙන් සිංගල් ෆේස් මෙන් තුන් ගුණයක ක්ෂමතාවක් ඉන් ලැබේ). ඉඳහිට හෝ සාමාන්‍ය නිවසක මෙම විදුලි ප්‍රමාණය මදි වන අවස්ථා වන්නේ මළගෙවල්, දාන/පිරිත් ගෙවල්, මංගල අවස්ථා හෝ වෙනත් එවැනි අවස්ථාවලදීය. එවැනි අවස්ථාවල ෆ්ලෑෂ් ලයිට්, සාමාන්‍ය බල්බ, හා තවත් බොහෝ විදුලි උපකරණ විශාල ගණනක් එකවර භාවිතයට ගැනෙන නිසා ඒවා සියල්ලෙහිම අගය ඉහත උපරිම වොට් ගණනට වඩා වැඩි වේ. සිංගල් හා ත්‍රී ෆේස් ගැන මොහොතකින් විස්තර කෙරේ.

මේන්ස් විදුලියේ වෝල්ටියතාව 240 වුවත්, විදුලි ග්‍රිඩයේ හා බලාගාරවල නිපදවන විදුලියේ වෝල්ටියතා අගයන් ඊට වඩා බොහෝ වෙනස් වේ. ඊට හේතුව මෙයයි. සාමාන්‍යයෙන් ජෙනරේටරයෙන් ස්වභාවයෙන්ම නිපදවෙන විදුලියේ වෝල්ටියතාව කිලෝවෝල්ට් කිහිපයකි. ඇත්තටම විවිධ ජෙනරේටර්වලින් නිපදවන විදුලියේ වෝල්ටියතාවන් වෙනස් විය හැකියි (සාමාන්‍යයෙන් එය කිලෝවෝල්ට් කිහිපයකි). විශාල ඇම්පියර් ගණනක්ද ඉන් නිපදවනවා. උදාහරණයක් ලෙස, යම් ජෙනියක උපරිම විදුලි ක්ෂමතාව මෙගාවොට් 100 නම්, එහි නිපදවන විදුලියෙහි විභවය කිලෝවෝල්ට් 10 නම්, විදුලි ධාරාව 100,000,000W / 10,000V = 100,000A වේ.

දැන් මේසා විශාල ධාරාවක් වයරයක් දිගේ යවන විට කුමක් වේද? ඔබ දන්නවා ජූල් තාපනය අනුව ධාරාවේ වර්ගයට සමානුපාතිකවයි තාප උත්සර්ජනය (ශක්ති හානිය) සිදු වන්නේ එම වයර් තුළ ($P = I^2R$ අනුව). සාමාන්‍යයෙන් ජෙනියේ සිට බෙදා හරින විදුලි වයර් කිලෝමීටර් සිය ගණනක් දිගය. එනිසා $R = \rho l/A$ යන සූත්‍රය අනුව, දිග වැඩිවන විට ප්‍රතිරෝධය වැඩි නිසා තාප උත්සර්ජනය අඩු කිරීමට හැකි තරම් කම්බිය මහත් කළ යුතුය. එහෙත් එවැනි ඉතා මහත වයර් නිපදවීමට විශාල වියදමක් දැරිය යුතු සේම, (අලි කකුල් වැනි) මහත හා අධික බර කම්බි ලයිට් කනු මතින් ඇදීම කොතරම් අමාරු කටයුත්තක් වේවිදැයි සිතා බලන්න. මේ සියල්ල සලකා බලා ඔබ නිතර දකින ලයිට් කනු මතින් යන තරමේ වයර් ගේජ් එකක් (මහතක්) ඒ සඳහා උචිත යැයි තීරණය කර ඇත.

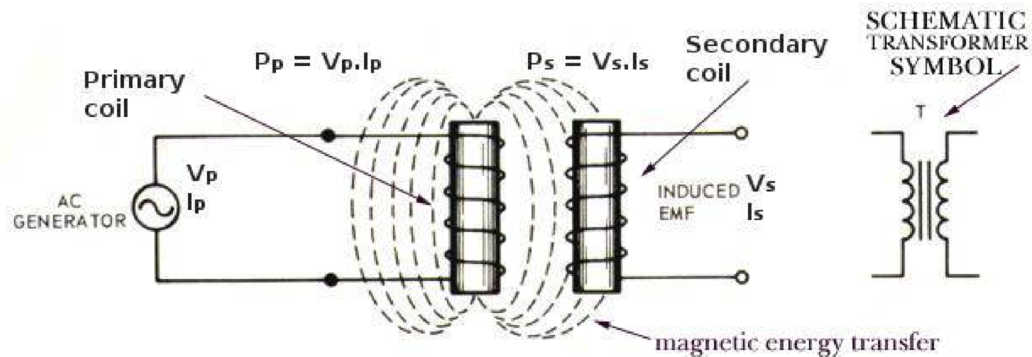
තවද, වයරයේ ප්‍රතිරෝධය අඩු කිරීමට අමතරව අපට පහසුවෙන් හා ලාභදායි විදියට තාප හානිය අඩු කළ හැකියි ගමන් කරන ධාරා ප්‍රමාණය අඩු කිරීමෙන්. ඇත්තටම ධාරාව අඩු කර ඉන් තාප හානිය අවම කිරීම වයරයේ ප්‍රතිරෝධය අඩු කිරීමට වඩා ඉතාම කාර්යක්ෂම ක්‍රමයයි. උදාහරණයක් ලෙස ප්‍රතිරෝධය දස ගුණයකින් අඩු කරගත හැකි නම්, ඉහත ජූල් තාපන සූත්‍රය අනුව තාප උත්සර්ජනයද දස ගුණයකින් අඩු වන අතර, ධාරාව දස ගුණයකින් අඩු කර ගත හැකි නම්, තාප උත්සර්ජනය 10^2 හෙවත් 100 ගුණයකින් අඩු වේ.

ධාරාව අඩු කළත් ක්ෂමතාව අඩු නොවිය යුතුය. $P = VI$ සූත්‍රය අනුව, මෙම කොන්දේසියට යටත්ව එය සිදු කළ හැකි එකම ක්‍රමය නම්, ධාරාව අඩු කරන අනුපාතයෙන්ම වෝල්ටියතාව වැඩි කිරීමයි. උදාහරණයක් ලෙස, වෝල්ට් 10,000 හා ධාරාව 1000 නම්, P = VI = 10,000 x 1000 = 10,000,000 Watt වේ. ඉතිං, මෙම වොට් ගණන එලෙසම නොවෙනස්ව ලබමින්ම ධාරාව ඇම්පියර් 10 දක්වා සිය ගුණයකින් අඩු කිරීමට අවශ්‍ය නම්, වෝල්ටියතාව 100 ගුණයකින් වැඩි කළ යුතුය (P = (10,000x*100*) x (1000/*100*) = 1,000,000 x 10 = 10,000,000). මෙම ක්‍රියාව සිදු කරන උපකරණය තමයි පරිනාමකය (transformer) කියා කියන්නේ.

ට්‍රාන්ස්ෆෝමර්

ට්‍රාන්ස්ෆෝමරය යනු යම් ඒසී විදුලි වෝල්ටියතාවක් තවත් ඒසී වෝල්ටියතා අගයකට වෙනස් කරන හෙවත් පරිනාමය කරන උපකරණයකි. වෝල්ටියතාව වෙනස් කරන විට, ඊට අනුරූපව ධාරාවද

වෙනස් වේ (එනම්, වෝල්ටියතාව වැඩි වන විට, ධාරාව අඩු වන අතර, වෝල්ටියතාව අඩු වන විට, ධාරාව වැඩි වේ).



ට්‍රාන්ස්ෆෝමරය යනු චුම්භක අන්‍යෝන්‍ය ප්‍රේරණය උපයෝගී කරගෙන සාදනු ලබන ඉතාම ප්‍රයෝජනවත් උපකරණයකි. එක් කොයිලයක් (ප්‍රාථමික කොයිලය – primary coil) තුළින් ඒසී විදුලියක් ගමන් කරවා, එය අසලින්ම තබා ඇති තවත් කොයිලයක (ද්විතියික කොයිලය – secondary coil) විදුලියක් ප්‍රේරණය කිරීම මෙහි සිදු වේ.

ප්‍රාථමික දඟරයේ වට (turns) ගණන හා ද්විතියික දඟරයේ වට ගණන මත පරිනාමකයේ වෝල්ටියතා අනුපාතය තීරණය වේ. යම් සංඛ්‍යාතයකින් හා වෝල්ටියතාවකින් හා ධාරාවකින් යුතු විදුලියක් පළමුව ප්‍රාථමික අග්‍ර දෙකට ලබා දේ. එම විදුලිය ප්‍රාථමික කොයිලයේ එක් අග්‍රයකින් ඇතුලු වී කොයිලය දිගේ ගමන් කොට නැවත ප්‍රාථමිකයේම අනෙක් අග්‍රයෙන් ඉවතට යනවා පරිපථය සම්පූර්ණ කිරීමට. ඒ කියන්නේ ප්‍රාථමිකයේ පවතින්නේ ඔබ ඊට සැපයූ විදුලියේ අගයන්ය (වෝල්ටියතාව, ධාරාව, හා සංඛ්‍යාතය).

මෙසේ ප්‍රාථමිකය තුළ විදුලි ගමන් කිරීම නිසා, අසල ඇති අනෙක් (ද්විතියික) කොයිලය තුළ අන්‍යෝන්‍ය ප්‍රේරණ සංසිද්ධිය නිසා විදුලියක් හට ගනී. ඒ කියන්නේ දැන් ද්විතියකය තුළත් (අමුතුවෙන්) විදුලියක් ගමන් කරනවා. එම විදුලිය ද්විතියක කොයිලයේ එක් අග්‍රයකින් එලියට ගමන් කර (සම්බන්ධ කර ඇති උපකරණ/ලෝඩ් හරහා ගොස්), නැවත ද්විතියිකයේම අනෙක් අග්‍රයෙන් ඇතුලට විත් පරිපථය සම්පූර්ණ කරනවා (ඔබ දන්නවානෙ විදුලියක් ගමන් කිරීමට පරිපථයක් සම්පූර්ණ විය යුතු බව).

එහෙත් ද්විතියිකයේ හටගත් (ප්‍රේරණය වූ) විදුලියේ වෝල්ටියතා හා ධාරා අගය අපට නිශ්චිතව තවමත් කිව නොහැකියි. එය නිශ්චිතව කිව හැක්කේ ප්‍රාථමික කොයිලයේ වට ගණන (N_P) හා ද්විතියික කොයිලයේ වට ගණන (N_S) මතයි - එනම් N_P හා N_S අතර ඇතිවන අනුපාතය මතයි. එය සූත්‍රයක් ලෙස පහත ආකාරයට ලියයි (මෙම සූත්‍රය තමයි ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයේ මූලික සූත්‍රය).

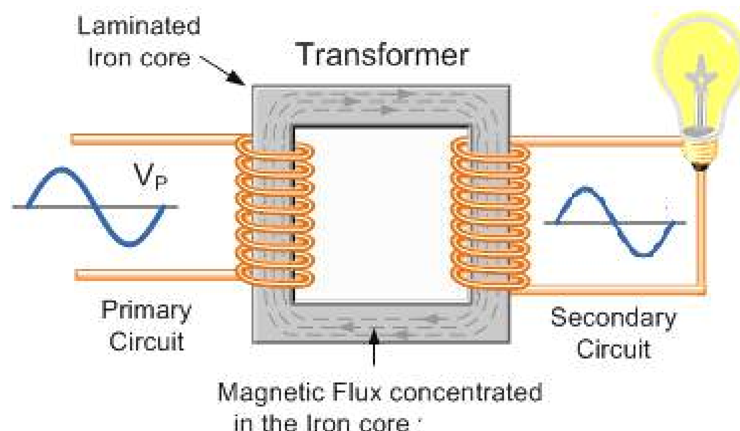
$N_P/N_S = V_P/V_S$

මින් කියන්නේ ප්‍රාථමිකයේ හා ද්විතියිකයේ වට ගණන් අතර ඇති අනුපාතය හැමවිටම ප්‍රාථමිකයේ හා ද්විතියිකයේ වෝල්ටියතා අතර ඇති අනුපාතයට සමාන බවයි. වට ගණන් අතර අනුපාතය වෙනස් කරමින් වෝල්ටියතා අතර අනුපාතය දැන් වෙනස් කළ හැකියි නේද? උදාහරණයක් ලෙස, ප්‍රාථමිකය මේන්ස් විදුලියට සම්බන්ධ කර ඇති විට (ඒ කියන්නේ $V_P = 240V$), ද්විතියිකයෙන් වෝල්ට් 12 ක් ($V_S = 12V$) ලබා ගැනීමට අවශ්‍ය විට, වට අතර අනුපාතය 240/12 = 20 වේ ($N_P/N_S = 20$). ඒ කියන්නේ ද්විතියිකයේ සෑම වටයක් සඳහාම ප්‍රාථමිකයේ වට 20 ක් අවශ්‍ය බවයි. එවිට ද්විතියකයේ මුලු වට ගණන 100 නම්, ප්‍රාථමිකයේ මුලු වට ගණන 100x20 = 2000 විය යුතුයි.

ඉහත උදාහරණයට ගත් ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයෙන් සිදු කර ඇත්තේ ප්‍රාථමික වෝල්ටියතාවට වඩා අඩු වෝල්ටියතාවක් ද්විතියකයෙන් එලියට ලබා දීමයි. මෙවැනි වැඩි වෝල්ටියතාවක් අඩු වෝල්ටියතාවක් බවට පරිවර්තනය කරන පරිනාමක අවකර පරිනාමක (step-down transformer) ලෙසයි හැඳින්වෙන්නේ. එලෙසම ඔබට පුලුවන් ප්‍රාථමිකයට ලැබෙන වෝල්ටියතාවට වඩා වැඩි වෝල්ටියතාවක් පිටතට ලබා දිය හැකි පරිදි පරිනාමක සාදන්නට. ඒ සඳහා ප්‍රාථමිකයට වඩා වැඩි වට ගණනක් ද්විතියිකයේ පැවතිය යුතුයි. මෙවැනි පරිනාමක අධිකර පරිනාමක (step-up transformer) ලෙස හැඳින්වෙනවා. තවද, සමහර අත්‍යවශ්‍යයෙන්ම ප්‍රයෝජනවත් අවස්ථා තිබෙනවා ප්‍රාථමිකයේ වෝල්ටියතාවම ද්විතියිකයෙන් පිට කරන. එවැනි පරිනාමක buffer (හෝ isolating) transformer ලෙස හැඳින්වෙනවා. බෆර් ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් ගැන මා පසුවට විස්තර කරනවා.

මේන්ස් විදුලිය (එනම් විදුලිබලය) සමග ක්‍රියා කරන ප්‍රධාන ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් වර්ග 3 ඒවායි. මීට අමතරව තවත් විශේෂ අවස්ථා බොහොමයක් තිබෙනවා ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් භාවිතා වෙන (ඕඩියෝ ට්‍රාන්ස්ෆෝමර්, ඩ්‍රයිවර් ට්‍රාන්ස්ෆෝමර්, IFT, සම්භාධක ගැලපීමේ ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් ආදී ලෙස). ඒවාද හැමවිටම ඉහත ස්ටෙප්-අප්, ස්ටෙප්-ඩවුන්, බෆර් යන ආකාර 3 න් එක් අවස්ථාවක් තමයි නියෝජනය කරන්නේ. එහෙත් අප මෙවැනි විශේෂ කටයුතු සඳහා යොදා ගන්නා ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් වැඩ කරන්නේ "විදුලි සංඥා" සමග මිසක් "විදුලිබලය" සමග නොවන බවයි කල්පනා කරන්නේ (විදුලිබලය හා විදුලි සංඥා යන දෙකම විදුලි ශක්තිය වුවත්, ඒ දෙක දෙකක් ලෙස සිතිය යුතු බව පුන පුනා මා පැහැදිලි කර ඇත).

ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයක ප්‍රාථමික පැත්තට/කොයිලයට ලබා දෙන විදුලි ක්ෂමතාව/ශක්තියම ද්විතියික පැත්තෙන්/කොයිලයෙන් පිටතට ලැබිය යුතුයි (ශක්ති සංස්ථිතික නියමය අනුව). සෛද්ධාන්තිකව එසේ කිව්වත් ප්‍රායෝගිකව ද්විතියිකයෙන් ලැබෙන ක්ෂමතාව ප්‍රාථමිකයට වඩා තරමක් අඩු වේ. ඊට හේතුව කිසිදු උපකරණයක් 100% කාර්යක්ෂම නොවීමයි. ට්‍රාන්ස්ෆෝමරය ක්‍රියාත්මක වන විට, ඊට ඉන්පුට් කරන විදුලි ශක්තියෙන් යම් කොටසක් තාපය ලෙස (හා වෙනත් ආකාරවලින්) අපතේ යවයි. ඔබ දන්නවා ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් ක්‍රියාත්මක වන විට, ඒවා රත් වෙන බව. තාපයට අමතරව විදුලිය "අපතේ යන" අනෙක් ක්‍රමය නම්, ප්‍රාථමිකයේ ඇති වන චුම්භක ස්‍රාව සියල්ලම ද්විතියක කොයිලය "කැපීම" සඳහා ඉදිරිපත් නොවීමයි. ඒ කියන්නේ ප්‍රාථමිකයේ චුම්භක ස්‍රාවයෙන් කුඩා කොටසක් ද්විතියික කොයිලය පැත්තට ගමන් නොකිරීමයි (ඒ පැත්තට ගමන් නොකර නිසා ද්විතියක කොයිලට සමග මෙම ස්‍රාව කොටස ගැටෙන්නෙත්/කැපෙන්නෙත් නැහැනෙ). ඉහත රූපයේ මෙලෙස ද්විතියිකය නොකපා පවතින චුම්භක ස්‍රාව රේඛා පැහිදිලිවම පෙනෙනවා නේද?



කෙසේ හෝ මේවා අපතේ යෑම අවම කළ හැකි පරිදි විවිධ උපක්‍රම යොදමින් ඉතා හොඳ කාර්යක්ෂමතාවක් සහිත ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් සෑදිය හැකියි. (එනිසාම බොහෝවිට මෙම අපතේ යෑම අප අමතක කර දමනවා). ඉහත රූපයේ එවැනි උපක්‍රමයක් පෙන්වා තිබෙනවා (එනම් කොයිල් දෙකම

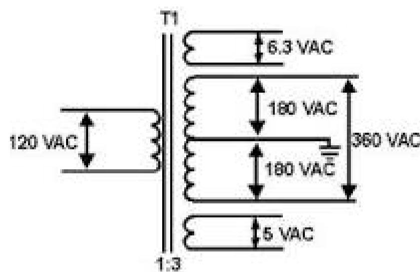
එකම කෝර් එකක එතීම; එවිට ප්‍රාථමිකයේ සියලු චුම්භක ස්‍රාව රේඛා කෝර් එක ඔස්සේ ගමන් කොට ද්විතියිකය හරහා ගමන් කරනවා). ඉතිං ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයකට ඉන්පුට් කරන වොට් ගණනම අවුට් කරනවා යැයි අපට කිව හැකියි. දැන් නැවත ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් ක්‍රියාකාරිත්වය සලකා බලමු. අධිකර පරිනාමකයේදී ඉන්පුට්/ප්‍රයිමරි වෝල්ටියතාවට වඩා වැඩි වෝල්ටියතාවක්නෙ අවුට්පුට් කරන්නේ. වොට් ගණන සමාන නිසා, ඉන් කියන්නේ ප්‍රාථමිකයට වඩා ද්විතියකයේ ඇම්පියර් ගණන අඩු විය යුතුයි කියාය. උදාහරණයක් ලෙස, ප්‍රාථමිකයේ වෝල්ට් 100 හා ඇම්පියර් 10 සහිත විදුලියක් වෝල්ට් 1000 දක්වා ද්විතියිකයේදී 10 ගුණයකින් වැඩි වන විට, ධාරාව එම 10 ගුණයෙන්ම ද්විතියිකය තුළ අඩු විය යුතුය (ඒ කියන්නේ දැන් ද්විතියික ධාරාව ඇම්පියර් 1 කි).

$P_P = 100V \times 10A = 1000W \qquad P_S = 1000V \times 1A = 1000W$

මෙලෙසම අවකර පරිනාමකයකදී ද්විතියිකයේ ධාරාව වැඩි විය යුතුයි නේද? බෆර් පරිනාමකයකදී වෝල්ටියතාව හා ධාරාව අඩු වැඩි නොවේ. මෙය අවශ්‍ය නම් පහත ආකාරයේ සූත්‍රයක් ලෙසටද දැක්විය හැකියි (වට අතර අනුපාතය ධාරා අනුපාතයකට සමාන කිරීම මෙහිදී සිදු කර ඇත).

$N_P/N_S = I_S/I_P$

තවද, පරිනාමයකයක් සාදන්නට පුලුවන් ද්විතියිකයෙන් එක් විදුලි සැපයුමක් වෙනුවට සැපයුම් දෙකක් හෝ කිහිපයක් ලබා ගත හැකි පරිදිත්. මෙම එක් එක් විදුලි සැපයුම්වලින් එකම හෝ වෙනස් වෝල්ටියතාවන් ලබා ගත හැකියි. කෙසේ හෝ චේවා මෙම සියලු ද්විතියික සැපයුම්වල මුලු විදුලි ක්ෂමතාව ප්‍රාථමිකයේ ක්ෂමතාවට සමාන විය යුතුයි (ශක්ති සංස්ථිතික නියමය නිසා). මෙහිදී ද්විතියික පැත්තේ කොයිල් කිහිපයක් එකට එතිය හැකියි. නැතිනම්, එකම කොයිලය ඔතාගෙන ගොස් එම කම්බියේ කොටසක් කම්බි අග්‍රයක් ලෙස ඉවතට ගෙන නැවත එතැන් සිට එයම ඊළඟ කොයිලය ලෙස එතිය හැකියි. මෙම මැදින් කම්බි කොටසක් අග්‍රයක් ලෙස ඉවතට ගැනීම "මැද සවුන්වත්" (center-tapping) යන නමින් හැඳින්වෙනවා. මේ ආකාරයට අවශ්‍ය වට ගණන් ඔතා තැනින් තැන සෙන්ටර්-ටැප් කරමින් ද්විතියිකයෙන් විදුලි සැපයුම් කිහිපයක් ලබා ගත හැකියි.

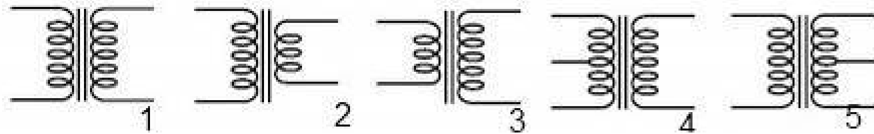


ඉහත රූපයේ පෙන්වා තිබෙන සෙන්ටර්-ටැප්ඩ් ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයේ ද්විතියිකයේ වෙන වෙනම කොයිල් තුනක්ද, ඉන් එක කොයිලයක් (මැද ලොකු කොයිලය) නැවත සෙන්ටර් ටැප් ක්‍රමයෙන් තවත් කොයිල් දෙකක් බවටද පත් කර ඇති බව පෙනෙනවා.

වෝල්ටියතාව හා ධාරාවන් වෙනස් විය හැකි වුවත්, විදුලි සංඛ්‍යාතය කිසිසේත් වෙනස් නොවේ. ඒ කියන්නේ ප්‍රාථමිකයට ලැබෙන විදුලියේ සංඛ්‍යාතමය තමයි ද්විතියිකයෙන් ලැබෙන විදුලියේ තිබෙන්නේත්. ප්‍රායෝගිකව පරිනාමක සෑදීමේදී තවත් කරුණු කිහිපයක් ගැනම සැලකිලිමත් වීමට ඇත. එහෙත් සෛද්ධාන්තිකව ඕනෑම පරිනාමකයක් ගැන කතා කිරීමට තිබෙන්නේ ඔච්චරයි. මේ කතා කළේ තනි කලා ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් ගැන පමණි. තෙකලා පරිනාමකවලදී නම් තවත් රසවත් තොරතුරු තිබේ. මෙම පාඩමේ ඉදිරියේදී පරිනාමක ගැන තවත් තොරතුරු හමු වේවි.

පොදුවේ ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයක සංකේත පහත දැක්වේ. අවකර පරිනාමකයකදී ද්විතියිකයේ කොයිලය තරමක් පොඩියටද (පහත රූපයේ 2), අධිකර එකේදී එය තරමක් විශාලවද (3), බෆර් එකකදී කොයිල්

දෙක සමානවද (1) අඳිනවා. සෙන්ටර්-ටැප්ඩ් ට්‍රාන්ස්ෆෝමර්වල ටැප්ස් එහි සංකේතයේ දක්වන ආකාරයත් පහත රූපයේ තිබෙනවා. සෙන්ටර් ටැප්ඩ් පරිනාමක විවිධාකාරයෙන් සෑදිය හැකියි. සාමාන්‍යයෙන් ද්විතියකය තමයි ටැප් කරන්නේ (5). එහෙත් සමහර අවශ්‍යතා සඳහා ප්‍රාථමිකයත් ටැප් කළ හැකියි (4). අවශ්‍ය නම් දෙපැත්තමත් ටැප් කළ හැකියි. ටැප් කරන විට ටැප් එකක් හෝ දෙකක් හෝ ඕනෑම ගණනක් තිබිය හැකියි. මේ විදියට විවිධ අයුරුන් සෙන්ටර්-ටැප්ඩ් ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් සෑදිය හැකි බව පේනවා නේද?



ඉහත සංකේතවල කොයිල් දෙක මැදින් සිරස් ඉරි යොදා තිබෙනවා. ඉන් කියන්නේ මෙම ට්‍රාන්ස්ෆොමර් ඔතා තිබෙන්නේ යකඩ හරයක් (iron core) මත බවයි (මීන් පෙර ඉලෙක්ට්‍රොනක්ස් 2 පොතෙන් ඔබ ඉගෙන ගෙන තිබෙනවා ඊට හේතුව - ප්‍රේරණ ගුණය වැඩි කිරීමට යකඩ හරයන් යොදා ගන්නා බව). සමහරවිට කිසිදු හරයක් යොදන්නේ නැතිවද (සුවිශේෂී) ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් සෑදීමට සිදු වෙනවා (air core). එවැනි පරිනාමකවල සංකේතවලදී ඉහත මැද ඉරි ඉවත් කළ යුතුය. තවත් අවස්ථා තිබෙනවා ෆෙරයිට් හරයක් මත කොයිල් ඔතන. එවිට ඉරි කැබැලි වෙනුවට කැඩි ඉරි යොදනවා. යකඩ කුඩු මිශ්‍රණයකින් සාදන හරයක් භාවිතා වෙන විට, කුඩා ඩොට්වලින් එය හඟවනවා.



ජෙනරේටර්වල සිට නිවෙස් දක්වා විදුලිය බෙදා හරින ජාලයේ විවිධ තැන්වල අවකර හා අධිකර පරිනාමක ගණනාවක් හමු වෙනවා. ඉන් පලමු පරිනාමකය වන්නේ ජෙනරේටරය සම්බන්ධ කරන අධිකර පරිනාමකයටයි. ඉන් සිදු කරන්නේ ජෙනරේටරයේ ස්වාභාවිකව තිබෙන වෝල්ටියතාව ලක්ෂ ගණනක් දක්වා වැඩි කිරීමයි. එහි අරමුණ වන්නේ ජෙනරේටරයෙන් ස්වාභාවිකව ලැබෙන අධික ධාරාව අඩු කිරීම බව ඔබ දැන් දන්නවා. උදාහරණයක් ලෙස, ජෙනරේටරයේ කිලෝවෝල්ට් 1 ක වෝල්ටියතාව කිලෝවෝල්ට් 100 දක්වා 100 ගුණයකින් වැඩි කරන විට, එම ජෙනියෙන් පිට කරන කිලෝඇම්පියර් 100 ක ධාරාව කිලෝඇම්පියර් 1 දක්වා 100 ගුණයකින් අඩු වේවි. ඒ කියන්නේ ජූල් තාපනය නිසා ඇතිවන තාප හානිය $100^2 = 10,000$ ගුණයකින් අඩු වෙනවා. මෙය අතිවිශාල ඉතිරියක් නේද?

විදුලිය අධික වෝල්ටියතාවක් බවට පත් කළ පසු, ඒවා උස විදුලි කුලුනු (අර වෙලවල් උඩින් එහෙම තනා තිබෙන) හරහා රට වටා බෙදා හරිනවා. මෙවැනි විශාල වෝල්ටියතාවන් සහිත විදුලි වයර් අධිසැර වෝල්ටියතා (high voltage/tension – HV හෝ HT) ලෙසයි හැඳින්වෙන්නේ. ඔබට සිතේවි මේ ආකාරයට වෝල්ටියතාව තවත් වැඩි කර (වෝල්ට් කොටි ගණනක් දක්වා), ධාරාව ඉතා කුඩා කර තාප හානිය තවදුරටත් අඩු කළ හැකියිනෙ කියා. එහෙත් එසේද කළ නොහැකියි. ඊට හේතුව අධික වෝල්ටියතා විසින් වෙනත් ආකාරයේ ප්‍රශ්න ඇති කරනවා. එක් පැත්තකින් ට්‍රාන්ස්ෆෝමරවල සයිස් එක විශාල වෙනවා (එයද වියදම් අධිකයි).

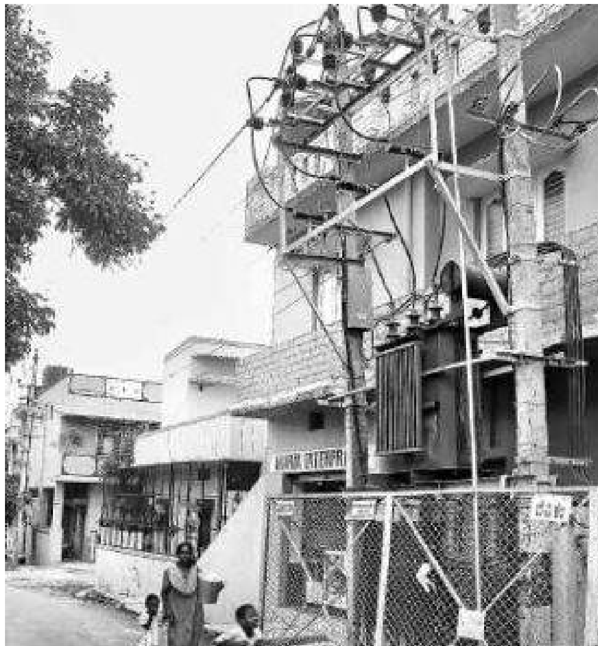
තවත් පැත්තකින් විදුලි වෝල්ටියතාව වැඩි වන්නට වන්නට වයර් අතර ස්පාක් වීම සිදු වන්නට ගන්නවා. ඔබ දන්නවා වාතයේ (හෝ වෙනත් ඕනෑම පරිවාරකයක) පරිවාරක ගුණය එකවරම අහෝසි වී යනවා අධික වෝල්ටියතාවකට ලක් වූ විට (එක් එක් පරිවාරකය සඳහා ස්පාක් වීම සිදුවන අධිවෝල්ටියතා අගය වෙනස්ය). ඉතිං ඉහත ආකාරයට අධික වෝල්ටියතා සහිතව වයර් ඇති විට, ඒවා අතර ඇත්තේ වාතය බැවින් වාතයේ පරිවාරක ගුණය නැති වී ඒවා අතර විදුලි පුලිඟු/ස්පාක් ඇති වේ.

ස්පාක් වීම සිදු වීමට තරමක අධික වෝල්ටියතාවක් අවශ්‍ය කෙරේ. එහෙත් ඊට වඩා සාපේක්ෂව අඩු වෝල්ටියතාවකදී වෙනත් කරදරකාරී දේවල් සිදු වියද හැකියි (corona discharge වැනි). වැස්ස හෝ මීදුම් (වාතයේ ආර්ද්‍රතාව) සහිත අවස්ථාවල වාතයේ පරිවාරක ගුණය තවත් අඩු වෙනවා. එනිසා ප්‍රායෝගිකව ඉහල දැමිය හැකි උපරිම වෝල්ටියතාවක් පවතිනවා.

මෙවැනි කොරෝනා ඩිස්චාජ් හා ස්පාක් ඇතිවීම් වැලැක්වීමට දැනටත් විවිධ උපක්‍රම යොදා තිබෙනවා. ඔබ දැක ඇති එම ht ලයින් ඇද තිබෙන්නේ සෙරමික් වලලු යොදා ගෙනයි. වැස්සකදී වතුර බිඳු එකින් එකට සම්බන්ධ වී පොලොවට හෝ වෙනත් සන්නායක කොටසක් සමග ht ලයින් එක සම්බන්ධ වීම වැලැක්වීම, ස්ථාන දෙකක් අතර විනාශකාරී ප්‍රමාණයේ අධිවෝල්ටියතා වෙනසක් ඇතිවීම නැවැත්වීම ආදිය මෙවැනි හැඩයක් සහිත උපක්‍රමයකින් සිදු කෙරේ.



මේ ආකාරයට බලාගාරයේ සිට එන අධික වෝල්ටියතාවක් සහිත විදුලි ලයින් විදුලිය බෙදා හරින ප්‍රධාන මධ්‍යස්ථානයකට පැමිණේ. මෙවැනි මධ්‍යස්ථානයකට බලාගාර කිහිපයකින්ම එන විදුලිය ලැබේ. එක් බලාගාරයක් නඩත්තු කිරීමට හෝ දෝෂයක් නිසා හෝ අක්‍රිය කළ විටත්, එය රටේ විදුලි සැපයුමට එතරම් ගැටලුවක් ඇති නොවන ආකාරයට පවත්වාගෙන යන්නට හැකියාව තිබෙන්නේ මේ නිසාය (එක් බලාගාරයක් අක්‍රිය වූ විට, ඉක්මනින් තවත් බලාගාරයක විදුලිය සම්බන්ධ කෙරේ). මෙවැනි මධ්‍යස්ථානයක සිට නැවත තවත් කුඩා මධ්‍යස්ථානවලට (විදුලි උපපොළ – substation) මෙම විදුලිය බෙදා හැරේ. මෙවැනි උපපොලවල් විශාල ප්‍රමාණයක් ඇත. ඔබේ ප්‍රදේශයේ උපපොල ඇත්තේ කොහේදැයි සොයා බලන්න. මෙවැනි උපපොලක කාර්ය තමයි ඊට ලැබෙන විදුලිය යම් කුඩා ප්‍රදේශයක් පුරා බෙදා හැරීමයි. සාමාන්‍යයෙන් මෙවැනි උපපොලක අවකර පරිනාමක රාශියක් තිබේ. උපපොලට ලැබෙන වෝල්ට් ලක්ෂ ගණනක වූ වෝල්ටියතාව කිලෝවෝල්ට් කිහිපයක් දක්වා ඉන් අඩු කෙරේ. ඉන්පසු සාමාන්‍ය ලයිට් කනුවලට වඩා තරමක් උස කනු හරහා මෙම විදුලිය ගම්/නගර හරහා ගමන් කරවනවා තවත් අවකර පරිනාමකවලට (මෙවැනි පරිනාමක තමයි අර ලයිට් කනු උඩ සිටුවා තිබෙන්නෙත්).



දැන් මෙම ලයිට්කනු මත ඇති අවකර පරිනාමක විසින් ඊට ලැබෙන අධිවෝල්ටියතාව 240V දක්වා අඩු කර, සාමාන්‍ය ලයිට් කනු මතින් යවා නිවෙස්වලට විදුලිය සපයයි. ඔබේ නිවසට ලැබෙන විදුලිය පැමිණෙන්නේ මෙවැනි භාරදූර ක්‍රියාවලියකින් පසුවයි.

සාමාන්‍යයෙන් ඔබේ නිවස අසලින් යන සාමාන්‍ය විදුලි සැපයුමේ වයර් 5 ක් ඇත (මහත වයර් 4 ක් හා කනුව මුදුනේම ඇති සිහින් වයර් එකක් ලෙස). මෙහි උඩින්ම ඇති සිහින් වයරයෙන් විදුලියක් ගමන් කරන්නේ නැත. එය earth wire එකකි. අකුනු ගැසීම්වලදී පහතින් ඇති වයර්වලට එම අකුණු සැර/ධාරාව ගමන් කිරීම වැලැක්වීමයි මෙම අර්ත් වයරයේ රාජකාරිය. එම වයරය ලයිට් කනු කිහිපයකට සැරයක් පොලොවට අර්ත් කර ඇත. ඊට පහලින් ඇති වයර් 4 න් පහළින්ම ඇත්තේ උදාසීන/නියුට්‍රල් (neutral) වයරයයි. අනෙක් වයර් 3 හොට් (hot)/ලයිව් (live)/ෆේස් (phase)/සජීවි කම්බි වේ. මෙවැනි ෆේස් 3 ක් සහිත විදුලියක් නිසා, ත්‍රීෆේස්/තෙකලා විදුලිය ලෙස එය හැඳින්වේ. නිවසට විදුලිය සපයන්නේ ෆේස් කම්බි 3 න් එක කම්බියකුත් නියුට්‍රල් කම්බියෙනුත්ය.

නිවාස එතරම් නැති ප්‍රදේශයකදී සමහරවිට තනිකලා (සිංගල් ෆේස්) විදුලි සැපයුම්ද ඇත. එහිදී වයර් 3 ක් ඇත (උඩින්ම යන සිහින් අර්ත් කම්බිය, එක් ෆේස් කම්බියක්, හා නියුට්‍රල් කම්බිය). එම ප්‍රදේශයේ නිවාස වැඩි වන විට (එනම් විදුලි ඉල්ලුම වැඩි වන විට), මෙම තනිකලා විදුලිය ප්‍රමාණවත් නොවේ. සමහර ප්‍රදේශවල රාත්‍රී කාලයේදී නිවාසවල විදුලි බල්ම "ඩිම්" (අඳුරුවට) පවතින්නේ මෙලෙස විදුලිය ප්‍රමාණවත් නොවීම නිසයි. ඊට හේතුව මෙයයි. ඔබ දන්නවා නිවසකට ඇම්පියර් 40 ක විදුලි ධාරාවක් ලැබිය යුතුයි. ඉතිං ගෙවල් 50 ක් තිබුණොත්, මුලු ධාරාව 50 x 40 = 2000A විය යුතුයිනෙ (ප්‍රායෝගිකව නම් මෙම අගය මීටත් අඩුය මක්නිසාද සෑම නිවසක්ම ඊට ලැබෙන උපරිම ධාරා ප්‍රමාණය පාවිච්චි කරන්නේ නැත). අපි හිතමු ෆේස් කම්බිය හරහා යන ධාරාවත් 2000A කියා. ඒ කියන්නේ තව තවත් ගෙවල්වලට විදුලිය ලබා ගන්නා විට, එක් නිවසකට ලැබෙන ධාරා ප්‍රමාණය දැන් ක්‍රමයෙන් අඩු වෙනවා.

ඉහත ආකාරයට තනිකලා විදුලිය ප්‍රමාණවත් නොවන විටක, ඊට පිළියම වන්නේ තෙකලා විදුලියක් බවට එය පත් කිරීමයි. දැන් දළ වශයෙන් තිබූ ප්‍රමාණය මෙන් තුන් ගුණයක විදුලි ප්‍රමාණයක් සැපයිය හැකියි. සමහරවිට මෙයද ප්‍රමාණවත් නොවිය හැකියි. එවිට සිදු කරන්නේ විදුලි උපපොලේ සිට, අධිවෝල්ටියතා ලයින් එකක් එම ප්‍රදේශයට යවා අවකර ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයකින් තෙකලා විදුලි සැපයුම් කිහිපයක්ම ඇති කිරීමයි (සමහරවිට ඔබේ ගමේ අලුතින් විදුලි කනුවක් මත ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයක් සවි කර ඇත් නම් හේතුව මෙයයි).

නිවසකට තනිකලා විදුලියක් හෝ තෙකලා විදුලියක් ප්‍රමාණවත්ය. එහෙත් කර්මාන්තශාලාවකට මේ දෙකම ප්‍රමාණවත් නොවිය හැකියි. එවිටද සිදු කරන්නේ අධිවෝල්ටියතා ලයින් එකක් එම කර්මාන්තශාලාව තුළට ලබා දීමයි. ඔබ දැක ඇති විශාල කර්මාන්තශාලා තුළට මෙලෙස උස කුලුනුවලින් විදුලිය සපයා තිබෙනවා. මේ ආකාරයට රටට අවශ්‍ය විදුලිය ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් මාර්ගයෙන් බෙදා හරිනවා.

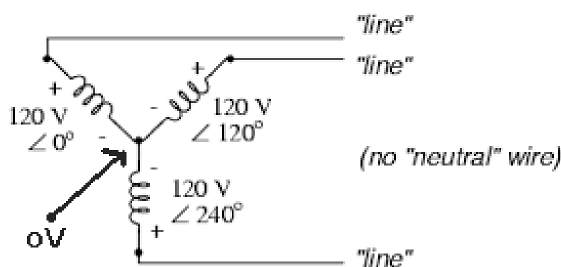
තෙකලා විදුලිය (Three-phase)

විදුලිබලාගාරවල සිට ප්‍රධාන විදුලි බෙදාහරින මධ්‍යස්ථානවලටත්, ඒවායෙන් විදුලි උපපොලවලටත්, එතැන් සිට ගමේ/නගරයේ ඇති (ලයිට්කනුවල ඇති) ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් වෙතටත් යන විදුලි සැපයුම්වල නියුට්‍රල් වයර් නැත. අධිසැර ලයින්වල බොහෝවිට ඔබ දකින්නේ (මහත) වයර් 3 ක් නේද? මීට අමතරව උඩින්ම සිහින් අර්ත් කම්බියකුත් පෙනේවි. ඇත්තටම නියුට්‍රල් කම්බියක අවශ්‍යතාවක් නැහැ තෙකලා විදුලියකදී. එහෙත් ඔබේ නිවසට ආසන්නයේ ඇති ලයිට් කනුව මත ඇති ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයේ සිට එන තෙකලා විදුලි සැපයුමේ සිට අලුතින් නියුට්‍රල් කම්බියක්ද ඇතුලත් වේ (එනිසයි ඔබේ නිවස අසලින් යන තෙකලා විදුලියේ කම්බි 4 ක් තිබ්බේ අර්ත් කම්බියට අමතරව).

තෙකලා විදුලියේ කම්බි 3 ක් හෝ 4 ක් ඇත (තනිකලා විදුලියේදී කම්බි තිබෙන්නේ දෙකක් පමණි). තෙකලා විදුලියේ කම්බි 3 කම්බි 4 ක් බවටත්, කම්බි 4 කම්බි 3 ක් බවටත් පත් කළද හැකියි (තෙකලා ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයක් මගින්). ඉහත පැවසූ ලෙසට, අවකර ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයට ලැබුණු කම්බි 3 ක් සහිත තෙකලා විදුලිය කම්බි 4 ක් සහිත එකක් බවට පත් කළේ එලෙසයි.

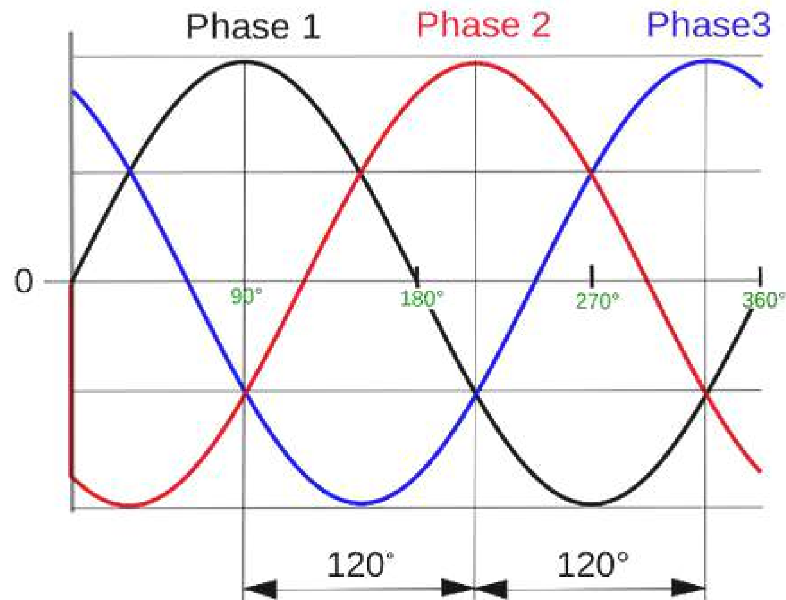
කම්බි 4 ක් වෙනුවට 3 කින් එම වැඩේම කර ගත හැකි නම් එය විශාල මුදල් ඉතිරියකි. එනිසයි අධිසැර විදුලි බෙදා හැරීම්වලදී නියුට්‍රල් කම්බි යොදන්නේ නැත්තෙ. එහෙත් නියුට්‍රල් කම්බියක් අවශ්‍ය වෙනවා නිවාසවලට (තනිකලා) විදුලිය සපයන විට. එනිසයි අමතර වියදම දරාගෙන නියුට්‍රල් වයරයක් අදින්නේ ගොඩනැඟිලිවලට.

සාමාන්‍යයෙන් තෙකලා විදුලිය සකස් වී තිබෙන්නේ එම කම්බි තුනම එකට සම්බන්ධ කළ විට (තෙකලා පරිනාමකයක් හරහා), එම සම්බන්ධ කළ ස්ථානයේ වෝල්ටියතාව ශුන්‍ය වන පරිදියි (පහත රූපය). පහත ආකාරයට තෙකලා විදුලියේ ෆේස් ලයින් තුන සම්බන්ධ කිරීම Y සම්බන්ධතාවක් ලෙසයි හඳුන්වන්නේ.

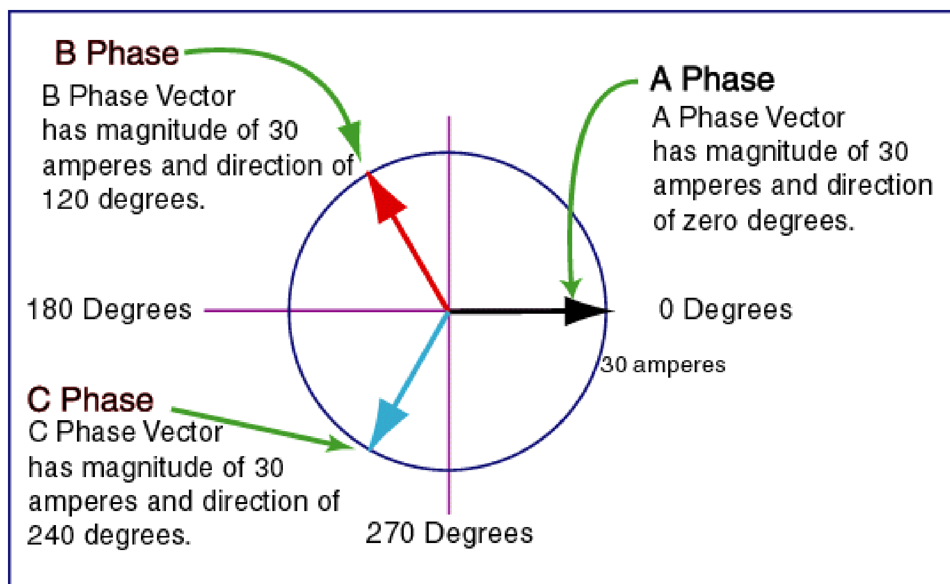


ඉහත හැසිරීම දැක්වීමට හේතුව සරලයි. තෙකලා විදුලියකදී එක් එක් වයරය තුල පවතින විදුලි තරංග සියල්ලම සයිනාකාර වුවත්, වෝල්ටියතාව එකම වුවත්, ධාරාව එකම වුවත්, සංඛ්‍යාතය එකම වුවත්, මෙම විදුලි තරංග තුන අතර එකිනෙකාට අංශක 120 ක කලා වෙනසක් ඇත. පහත රූපය බලන්න. මෙහි කලු පාටින් දක්වා තිබෙන විදුලි තරංගය (ෆේස් එක) බලන්න. එම විදුලිය දැන් එක් වයරයක් තුලින් ගමන් කරනවා. දැන් රතු පාටින් දක්වා තිබෙන විදුලි තරංගය පවතින්නේ කලු තරංගයට වඩා අංශක 120 ක කලා වෙනසකින්ය. ඒ කියන්නේ කලු තරංගය උපරිම අගයට පැමිණ අංශක 120 ක්

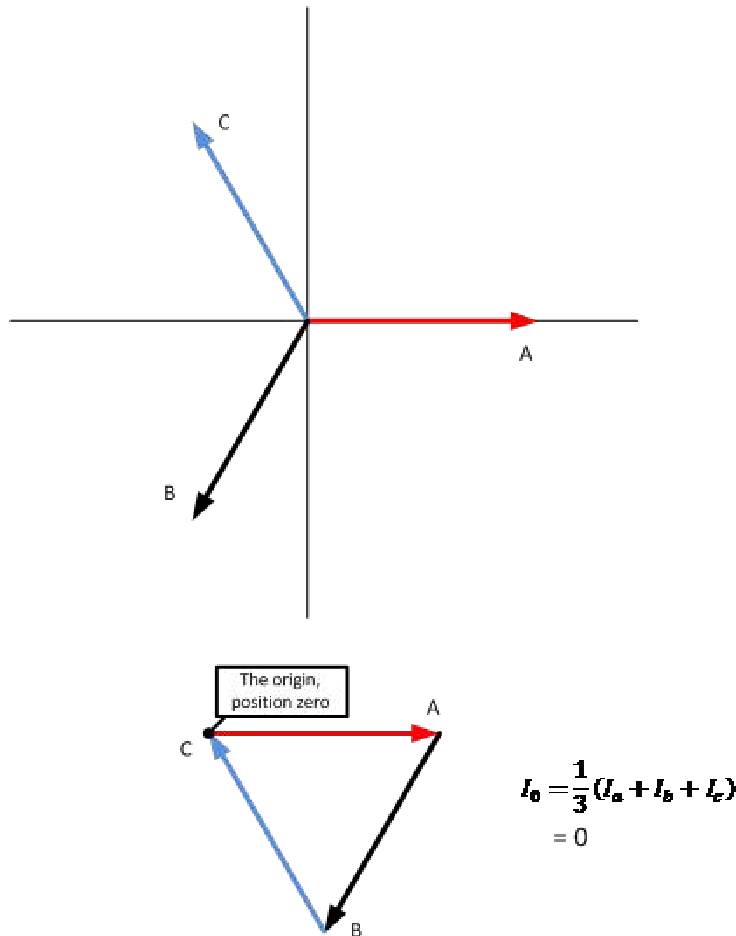
ගමන් කළ පසුයි (ඒ සඳහා කාලයද ගත වන බව මතක තබා ගන්න; ඒ කියන්නේ කලු තරංගය උපරිම වී ටික වෙලාවකට පසුව) රතු තරංගය උපරිම අගය ගන්නේ. දැන් නිල් තරංගය බලන්න. රතු තරංගය උපරිම වී අංශක 120 කට පසුවයි නිල් තරංගය උපරිම වන්නේ. ඒ කියන්නේ නිල් තරංගය හා රතු තරංගය අතර අංශක 120 ක කලා වෙනසක් පවතිනවා.



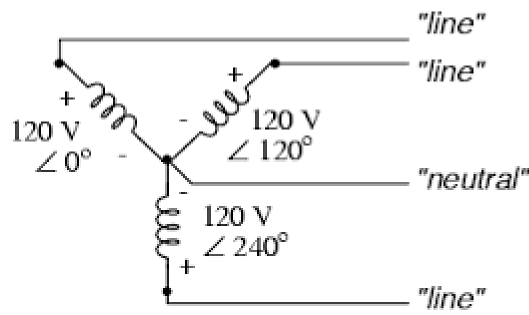
වෘත්තයක සම්පූර්ණ කෝණය අංශක 360 කි. අංශක 120 බැගින් ඇති නිසා මේ ලයින් 3 අතර එකිනෙකට ගාණට සමාන අංශක ගණනක පරතරයන් පවතිනවා නේද? (පහත රූපයේ A, B, C යන ෆේස් තුනේම ඇම්පියර් 30 බැගින් ඇතත් කලාව සමාන පරතරවලින් වෙනස් වේ.)



මෙම ගති ගුණය නිසාම, ඊට අපූරු හැසිරීමක් තිබෙනවා. කම්බි 3 න් ඕනෑම කම්බි 2 ක ගමන් කරන විදුලි (ධාරා හෝ වෝල්ටියතා) දෙක එකතු කළ විට (විදුලිය යනු දෛශික රාශින් නිසා, මේවා දෛශික ආකලනයෙන් එකතු කළ යුතුය), ඒ ලැබෙන මුලු අගය අනෙක් කම්බියේ ගමන් කරන විදුලි අගයට සමාන වන අතර ලකුණින් විරුද්ධ වේ (ලකුණින් විරුද්ධ වේ යනු ඒ දෛශික දෙක පිහිටන දිශාව ගතහොත් එකිනෙකට හරියටම විරුද්ධ වේ; එනම් අංශක 180 ක කලා වෙනසකින් පවතී). උදාහරණයක් ලෙස ඕනෑම මොහොතක ලයින් දෙකේ වෝල්ටියතාවල එකතුව 100V නම්, එම මොහොතේ ඉතිරි ලයින් එකේ විදුලිය -100V වේ. (පහත රූපයෙන් එය දෛශික සටහනකින් පැහැදිලිව දැක්වෙනවා.)



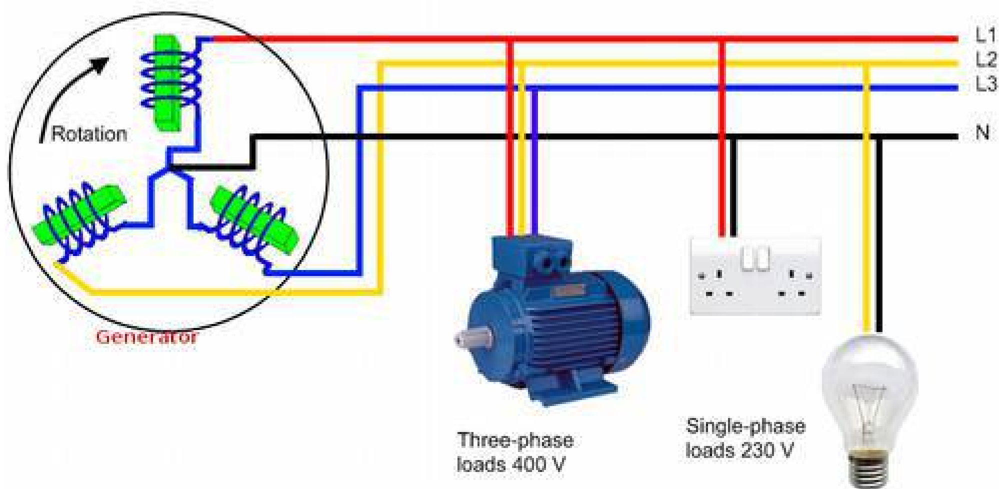
ඒ කියන්නේ අවසාන ලයින් එකත් මුලින් ලැබූ ලයින් දෙකේ සම්ප්‍රයුක්ත අගයට එකතු කළ විට, අගයෙන් සමාන හා දිශාවෙන් ප්‍රතිවිරුද්ධ දෛශික 2 ක් නිසා, අවසන් අගය ශූන්‍ය වේ. මෙම දෛශික හැසිරීම නිසා, එලෙස ලයින් 3 ම එකතු කළ ස්ථානයේ වෝල්ටියතාව හැමවිටම 0 (උදාසීන) විය යුතුයි. එම ස්ථානයට දැන් වයරයක් සම්බන්ධ කළ විට, එම වයරය තෙකලා විදුලියේ නියුට්‍රල් (උදාසීන) වයරය ලෙස සැලකෙනවා. ඒ කියන්නේ වයර් තුනේ තෙකලා විදුලියක් Y සම්බන්ධතාවක් මඟින් වයර් හතරේ තෙකලා විදුලියක් බවට පත් කළ හැකියි.



සාමාන්‍යයෙන් තෙකලා විදුලියක් ප්‍රයෝජනයට ගන්නා ක්‍රම දෙකක් ඇත. පළමු ක්‍රමය නම්, කෙලින්ම තෙකලා විදුලිය උපකරණයට සම්බන්ධ කිරීමයි. මෙවැනි කෙලින්ම තෙකලා විදුලියට සම්බන්ධ කළ හැකි උපකරණ ත්‍රීෆේස් උපකරණ ලෙස හැඳින්වෙනවා. ප්‍රචලිතම ත්‍රීෆේස් උපකරණය වන්නේ ත්‍රීෆේස් ඒසී මෝටර්ය. නියුට්‍රල් වයර් එකක් මෙම උපකරණවලට අත්‍යවශ්‍ය නොවේ. මෙහිදී ෆේස් ලයින් තුනම එකවර උපකරණය තුළ ප්‍රයෝජනයට ගැනේ. තෙකලා විදුලිය ඉතාම කාර්යක්ෂමව ප්‍රයෝජනයට ගැනෙන ක්‍රමය මෙයයි.

දෙවැනි ක්‍රමය නම්, ත්‍රීෆේස් සම්බන්ධතාවේ ලයින් තුන වෙන වෙන ස්වාධීන ලයින් තුනක් වශයෙන් ප්‍රයෝජනයට ගැනීමයි. මෙහිදී ත්‍රීෆේස් ලයින් එක ස්වාධීන සිංගල් ෆේස් ලයින් තුනක් බවට පත් කෙරේ. මෙවිට අනිවාර්යෙන්ම නියුට්‍රල් වයරයක් තිබිය යුතුයි. පෙර කියූ ලෙසට සුදුසු ත්‍රීෆේස් ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයකින් එය සිදු කරගත හැකියි.

එහෙත් මෙම ක්‍රමය තරමක් අකාර්යක්ෂමයි/ගැටලුකාරියි. එය කාර්යක්ෂම වන්නේ තෙකලා සැපයුමෙන් කඩා ගත් තනි තනි ෆේස් ලයින්වල සමාන ප්‍රමාණවලින් විදුලිය පරිභෝජනය කරන විටයි. ඒ කියන්නේ එක ෆේස් එකකින් වොට් 100 ක් වැය වන විට, අනෙක් ෆේස් ලයින් දෙකේද වොට් 100 බැගින් වැය කළ යුතුය. එහෙත් මෙය හැමවිටම සිදු කරගත නොහැකියි. උදාහරණයක් ලෙස, යම් මොහොතක එක ෆේස් ලයින් එකකින් විදුලි වොට් 1000 ක විදුලි මෝටරයක් ක්‍රියාත්මක වන විට, තවත් ෆේස් එකකින් වොට් 100 බල්බයක් පමණක් දැල්වී තිබීමට හැකියිනෙ.



විදුලිබල මණ්ඩලයද නිවාසවලට විදුලි සැපයීමේදී සිදු කරන්නේ මෙයමයි. එනම්, ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයට ආ වයර් තුනේ තෙකලා විදුලිය වයර් හතරේ තෙකලා විදුලියක් බවට පළමුව පත්කරනවා. ඉන්පසු, නිවාසවලට විදුලිය සපයන විට, මෙම තෙකලා විදුලිය ස්වාධීන සිංගල් ෆේස් ලයින් 3 ක් ලෙස

සලකනවා. එනිසා, එක් නිවසකට එක් ෆේස් එකකිනුත්, තවත් නිවසකට තවත් ෆේස් එකකිනුත්, තවත් නිවසකට අනෙක් ෆේස් එකෙනුත් ආදී වශයෙන් විදුලිය සපයනවා (සෑම ෆේස් එකකටම සමාන නිවාස ගණනක් බැගින් බෙදා දෙනවා). මොහොතකට සිතන්න, මේ නිවාස තුනේ වැයවන විදුලි ක්ෂමතාව සමානද? නැත. එක් එක් නිවසේ ඒ ඒ අවස්ථාවල පාවිච්චි කරන විදුලි ප්‍රමාණයන් හැමවිටම අසමානයි නේද? එහෙත් නිවාස සිය ගණනක් සලකන විට, සංඛ්‍යාන විද්‍යාත්මක පැත්තෙන් බලන විට, මධ්‍යන්‍ය අගයන් ගත් විට, ෆේස් තුනේ ලෝඩ් අගයන් එකිනෙකට ළඟින් පැවතීම නිසා ෆේස් තුනේ ලෝඩ් ගාණට බැලන්ස්/තුලනය වේ.

යම් තෙකලා විදුලියකින් වෝල්ටියතාවන් දෙකක් ලබා ගත හැකියි. එකක් නම්, ඕනෑම එක් ෆේස් ලයින් එකක් හා නියුට්‍රල් කම්බිය අතර පවතින වෝල්ටියතාවයි (phase to neutral). ලංකාවේදී එය 240 වෝල්ට් වේ. මීට අමතරව ෆේස් ලයින් එකක් හා තවත් ෆේස් ලයින් එකක් අතර පවතින වෝල්ටියතාවකුත් තිබේ (phase to phase). එය ෆේස්-ටු-නියුට්‍රල් වෝල්ටියතාව තුනේ වර්ගමූලයෙන් ගුණ කළ විට ලැබෙන අගයට සමානය. ඒ කියන්නේ 240 x √3 = 415V පමණ වේ.

යම් තෙකලා විදුලියක් තනි තනි ෆේස් ලයින් 3 ක් ලෙස භාවිතා කරන විට, එම ෆේස් තුනේ ලෝඩ් සමාන නොවන විට, නියුට්‍රල් වයරය තුළින් යම් ධාරාවක් ගමන් කරයි. ලෝඩ් බැලන්ස් වූ විට පමණයි නියුට්‍රල් වයරයේ කිසිදු ධාරාවක් ගලා නොයන්නේ. මෙම නියුට්‍රල් වයරය අර්ත් කළ යුතුයි. අර්ත් කර නැතිනම් හෝ අර්ත් එක හරිහැටි සිදු වී නොමැති නම්, නියුට්‍රල් වයරයේ යම් විදුලියක් පවතිනු ඇත. සමහරවිට ඔබේ නිවසේ තිබෙන නියුට්‍රල් වයරයෙන් විදුලි සැර වදින්නට හේතුව මෙයයි. එවැනි තත්වයකදී වහම විදුලිබල මණ්ඩලයට එය දැනුම් දී නිවැරදි කර ගත යුතුයි මොකද එය ඔබේ විදුලි උපකරණවලට හානිකරයි, ඔබේ ආරක්ෂාවටත් හොඳ මදිය.

නියුට්‍රල් වයරය ග්‍රවුන්ඩ් කිරීම

සාමාන්‍යයෙන් වයර් තුනේ තෙකලා විදුලිය වයර් හතරේ තෙකලා විදුලියක් බවට පත් කිරීමෙන් ලැබෙන නියුට්‍රල් වයරය අර්ත්/ග්‍රවුන්ඩ් කරනවා. ලයිට් කනු මත ඇති ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයක් දෙස හොඳින් බලන්න. ඔබට පෙනේවි එම ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයෙන් එන එක් වයරයක් පොලොවට භූගත කර තිබෙනු. මෙලෙස අර්ත් කිරීම "උදාසීන වයරය" කියා එම වයරය හැඳින්වීමට තවත් සුදුසුකමක් වෙනවා. එනිසා මෙවැනි ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයක් grounding/earthing transformer ලෙසද හැඳින්වෙනවා.

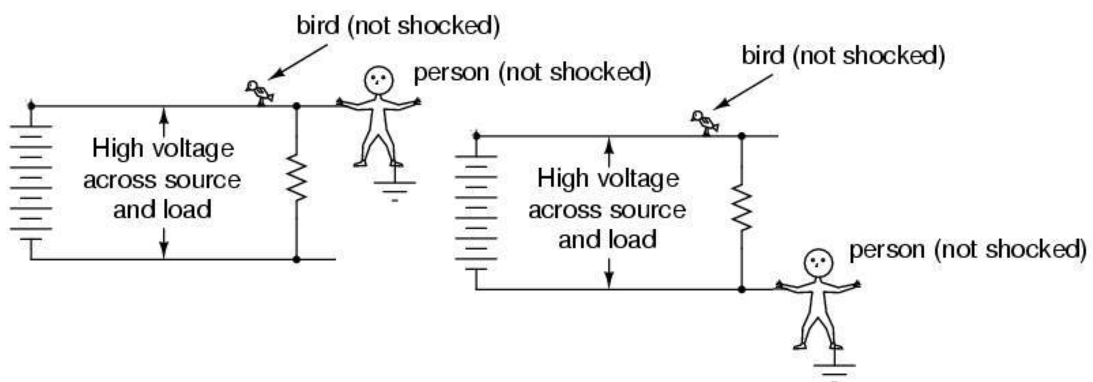
උදාසීන වයරය ග්‍රවුන්ඩ් කරන්නේ ඇයි? එය කරන්නේ ඔබේ ආරක්ෂාවටයි. ඇත්තටම මෙය ඉතාම රසවත් හා බොහෝ අය වැරදියට ඉගෙන තිබෙන (හෝ සමහරවිට හරි හැටි නොදන්නා) කරුණක්. අපි හිතමු මෙලෙස ග්‍රවුන්ඩ් කිරීමක් කරන්නේ නැහැ කියා. දැන් විදුලි ජනකය වෙත අවධානය යොමු කරමු. පැහැදිලි කිරීමේ පහසුව තකා තනිකලා විදුලි ජෙනරේටරයක් ගමු. දැන් මෙම ජෙනියෙන් වයර් දෙකක් පැමිණෙනවා. එම වයර් දෙක a, b ලෙස හෝ ධන, ඍණ ලෙස හෝ නම් කළ හැකියි. එහෙත් එය තවමත් සජීවී (ලයිව්/ෆේස්), උදාසීන/අජීවී (නියුට්‍රල්) යන වචනවලින් කිසිසේත්ම හඳුන්වන්නට බැහැ. ඔබ දන්නවා විදුලිය ගමන් කරන්නේ සංවෘත පථයක (සර්කිට් එකක). එනිසා ජෙනියේ එක් කම්බියකින් එලියට එන විදුලි ධාරාව/ඉලෙක්ට්‍රෝන උපකරණ හරහා ගලා ගොස් අනෙක් කම්බියෙන් නැවත ජෙනිය තුළට ගමන් කරනවා (එමඟින් සංවෘත පථය සම්පූර්ණ කරනවා). ඉතිං ජෙනියේ මේ කම්බි/අග්‍ර දෙක හරහාම එකම ප්‍රමාණයෙන් ධාරාවක් ගමන් කළා. එකම වෙනස වූයේ එක් කම්බියකදී ඉලෙක්ට්‍රෝන ගමන් කළ දිශාවට විරුද්ධ පැත්තටයි අනෙක් කම්බිය හරහා එම ඉලෙක්ට්‍රෝනම ගමන් කළේ. ඒ අර්ථයෙන් ගත්තහම නම්, මේ කම්බි දෙකම සජීවී නේද? (ඉලෙක්ට්‍රෝන ජෙනියෙන් ඉවතට යන කම්බිය ඍණ ලෙසත්, ඇතුලට යන කම්බිය ධන ලෙසත් හඳුන්වන්නට පුලුවන් වුවත් විදුලිය ඒසී නිසා මෙම ධන ඍණ දෙක නිරන්තරයෙන් මාරු වෙනවා)

දැන් ඔබ අතිප්‍රබල ජෙනියක කම්බි දෙකෙන් ඕනෑම එක් කම්බියක් ඇල්ලූ විට "කරන්ට් වදීවිද"? සිතා බලන්න. නැත. ඔබ සපත්තු හෝ එවැනි පරිවාරකයක් පැළඳ සිටී නම් කරන්ට් වදින්නේ නැත. ඔබ සපත්තු ගලවා නිකංම පොලොව මත කකුල් තබා ඇත් නම්, එවිටද කරන්ට් වදින්නේ නැත. පුදුම වෙන්න එපා. ජෙනියේ කොතරම් විදුලි ධාරාවක් ගමන් කළත් එම එක් කම්බියක් පොලොවේ සිට

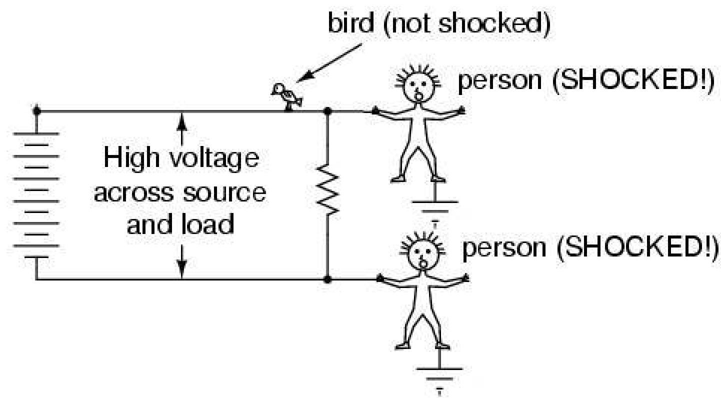
ඇල්ලුවාට කිසිවක් සිදු නොවේ. ඊට හේතුව සරලයි. ඔබ ජෙනියේ අග්‍ර දෙකෙන් කුමන එක් අග්‍රයක් ඇල්ලූ විට, ඔබේ ශරීරය හරහා විදුලිය ගමන් කරන්නේ ඔබේ ශරීරය හරහා ගමන් කරපු ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට නැවත ජෙනිය තුලට ඇතුලු වීමට (පථය සම්පූර්ණ කිරීමට) හැකි නම් පමණි. ඉතිං ඔබ ජෙනියේ අග්‍රයක් ඇල්ලූ විට, ඉලෙක්ට්‍රෝන පොලොවට ගොස් නැවත ජෙනියට ඇතුලු වීමට බැහැ නේද (මොකද පොලොවේ සිට අනෙක් අග්‍රයට සම්බන්ධයක් නැති නිසා)? මෙවැනි පොලොව සමග සම්බන්ධ නැති පද්ධතියක් "පාවෙන විදුලි සැපයුමක්" (floating power source/supply හෝ ungrounded power supply) ලෙස හැඳින්වෙනවා. ඕනෑම ෆ්ලෝට්ං පවර් සප්ලයි එකක විශේෂත්වය වන්නේ, එහි අග්‍ර දෙකෙන් එකක් ග්‍රවුන්ඩ් වුවත් (එනම් පොලොවට සම්බන්ධ වුවත්) එම ග්‍රවුන්ඩ් වූ වයරය හරහා විදුලියක් ගමන් නොකිරීමයි (හරියට ඉහතදී පොලොවට සම්බන්ධ ඔබේ ශරීරය හරහා විදුලිය ගලා නොගියා සේම).

එහෙත් ඔබ එම ජෙනියේ අග්‍ර දෙකම එකවර ඇල්ලුවොත් නම්, අනිවාර්යෙන්ම විදුලි සැර වදිනවා. මොකද, එක් අග්‍රයකින් ඔබේ ශරීරයට ඇතුලු වූ ඉලෙක්ට්‍රෝන ඔබේ ශරීරය හරහා ගලා ගොස් ජෙනියේ අනෙක් අග්‍රයෙන් නැවත ජෙනියට ඇතුලු වෙනවා (පරිපථය සම්පූර්ණ වෙනවා).

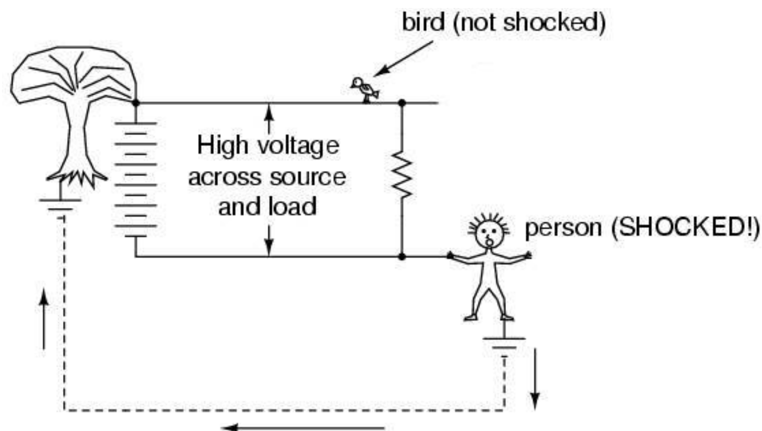
ජෙනියේ පමණක් නොව, මෙම විස්තරය එලෙසම ට්‍රාන්ස්ෆෝමර්වලටත් ගැලපෙනවා. දැන් සිතන්න ග්‍රවුන්ඩිං ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයේ නියුට්‍රල් කම්බිය ග්‍රවුන්ඩ් නොකරයි තිබෙන්නේ කියා. ඒ කියන්නේ දැන් ඔබ සිංගල් ෆේස් වේවා ත්‍රීෆේස් වේවා, මේ කුමන එක් කම්බිය ඇල්ලුවත් කරන්ට් වදින්නේ නැත (එහෙත් එකවර ඒ වයර්වලින් ඕනෑම දෙකක් ඇල්ලුවෙත් කරන්ට් වදින බව ඔබ දැන් දන්නවා). එකවර ඔබට සිතේවි මෙය කොතරම් ආරක්ෂිතද කියා. එලෙස අර්ත් නොකර තිබ්බා නම්, ඔබට ගෙදර කරන්ට් වදින්නට තිබෙන අවස්ථා අඩු වෙනු ඇතැයි ඔබට සිතෙනු ඇත. එසේ සිතීම සාධාරණයි. එහෙත් මා මුලින් පැවසුවා එක් වයරයක් අර්ත් කරන්නේ ඔබේ ආරක්ෂාවට කියා. මේ විස්තරය අනුව මාගේ ප්‍රකාශය එකිනෙකට පරස්පරයි වාගේ පෙනෙනවා නේද?



හොඳයි, දැන් ඇත්තටම ප්‍රායෝගිකව සිදු විය හැකි දේවල් කිහිපයක් සිතා බලමු. වයරය අර්ත් කර නැත. ඉතිං දැන් කෙනෙකු ආශාවට හෝ නොදැනුවත්කමට හෝ තව කෙනෙකුට මේ පාඩම කියා දෙන්නට (එනම් වයර් ඇල්ලුවාට කරන්ට් වදින්නේ නැති බව පෙන්වීමට) හෝ වෙනත් ඕනෑම හේතුවක් නිසා හෝ එක් වයරයක් මේ මොහොතේ අල්ලාගෙන සිටිනවා යැයි සිතන්න. මේ වෙලාවේම තවත් කෙනෙකුත් තවත් වයරයක් අල්ලා සිටිනවා යැයි සිතන්න (පහත රූපය). දැන් කුමක්ද සිදු වුන්නේ? එක් තැනකින් ඔබ අර්ත් වී ඇති අතර, තවත් තැනකින් තවත් කෙනෙකු අර්ත් වී ඇත. ඔබලා දෙදෙනා හා පොලොව එකතුව විදුලිය ගලා යා හැකි පරිපථයක් නිර්මාණය කර ඇත. එනම්, වයරයේ සිට එන ඉලෙක්ට්‍රෝන ඔබේ ශරීරය හරහා පොලොවට ගොස්, පොලොව හරහා එම ඉලෙක්ට්‍රෝන ගමන් කර අනෙකාගේ ශරීරයෙන් නැවත අනෙක් වයරයට/අග්‍රයට ගොස් පරිපථය සම්පූර්ණ කරනවා. ඒ කියන්නේ දැන් ඔබලා දෙදෙනාටම කරන්ට් වදිනවා.



ගැටලුව තවත් උග්‍ර වෙනවා මොකද ඔබලා දෙදෙනා එක ළඟ සිටීමට අවශ්‍ය නැත. ග්‍රිඩ් එක මුලු රට පුරාම පවතින්නේ තනි පද්ධතියක් ලෙස නිසා, ඔබ මෙතැන සිටින විට, අනෙක් කෙනා රටේ ඕනෑම තැනක සිටිය හැකියි (කිලෝමීටර් දහස් ගණනක් ඈතින් සිටියත් ගැටලුවක් නැත). තවද, මිනිසුන් කෝටි ගණනක් සිටින නිසා, මෙලෙස අවම වශයෙන් දෙදෙනකු අර්ත් වී සිටීම දිනයේ සෑම තත්පරයකදීම සිදු විය හැක්කක්. තවද, මිනිසුන් පමණක් නොව, සතුන්, ගස්කොලං, වැසි ජලය නිසා හෝ ආපදා නිසා කම්බි පොලොවට කඩන් වැටීම නිසා හෝ ආදී තවත් අනපේක්ෂිත හා නිරන්තරයෙන්ම සිදුවිය හැකි හේතු නිසාද මෙම තත්වය තවත් බැරෑරුම් වෙනවා.



ඒ කියන්නේ අර්ත් නොකර සිටීම ආරක්ෂිතයි කියා පෙනුනත් ප්‍රායෝගික තලයේදී එය ඉතාම අනාරක්ෂිතයි. ඉතිං මෙය යම් පමණකට හෝ ආරක්ෂිත කිරීමට තමයි එක් වයරයක් අර්ත් කරන්නේ. අර්ත් කිරීම යනු යම් විදුලි පද්ධතියක එක් වයරයක් පමණක් පොලොවට සම්බන්ධ කිරීමයි (විදුලි පද්ධතියේ එනම් ජෙනරේටරයේ එකිනෙකට වෙනස් ෆේස් 100 ක් තිබුණත්, ඉන් එක් වයරයක් පමණයි අර්ත් කළ හැක්කේ). නැවතත් සිංගල් ෆේස් ජෙනිය සලකා බලමු. දැන් එහි අග්‍ර දෙකෙන් එකක් අර්ත් කරනවා. එම අර්ත් කරපු වයරය උදාසීන ලෙස නම් කිරීමට හැකියි දැන්. එවිට අනෙක් වයරය ලයිව්/ෆේස් කියා හැඳින් විය හැකියි.

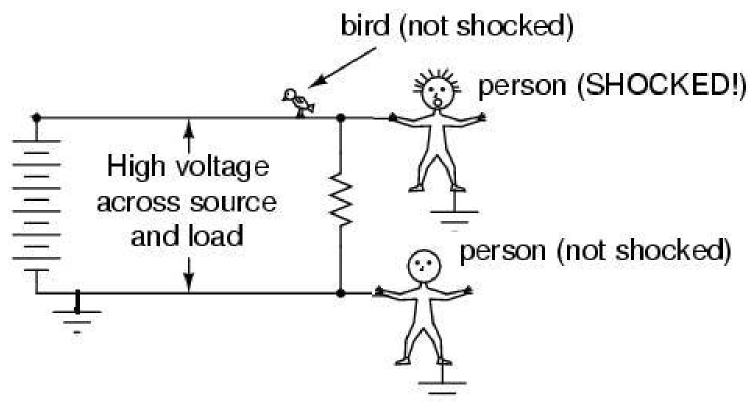
විදුලි වයරයක් අර්ත් කළ විට, ඉන් කියන්නේ එම වයරයේ වෝල්ටියතාව පොලොවට ලබා දෙන බවයි. එය පැහැදිලියිනෙ. බැටරියේ එක් අග්‍රයක වෝල්ට් 9 ක් තිබේ නම්, එම අගයට කම්බි කැබැල්ලක් සවි කළ විට, එම කම්බියේද දැන් වෝල්ට් 9 ක් පවතිනවා. ඒ අනුව, අර්ත් කළ අග්‍රයේ ඕනෑම මොහොතක ඕනෑම වෝල්ට් ගණනක් තිබෙන විට, පොලොවද එම වෝල්ට් ගණන ලබා ගන්නවා. දැන් මා ළඟ ඇති ජෙනියේ එක් අග්‍රයක මේ මොහොතේ වෝල්ට් ගණන 1000 නම්, මා එය අර්ත් කරන විට, පොලොවද වෝල්ට් 1000 බවට පත් වෙනවා (එම ජෙනියට සාපේක්ෂව). මේ

මොහොතේම ඔබ ළඟ ඇති ජෙනියේද වෝල්ට් 100 ක පවතින අග්‍රයද එලෙසම අර්ත් කළේ නම්, මේ මොහොතේ පොලොව වෝල්ට් 100 බවට පත් වෙනවා (ඔබේ ජෙනියට සාපේක්ෂව). මෙය හතරබීරි කතාවක් වගේ නේද? පොලොව කොහොමද එකවරම වෝල්ට් 1000 හා 100 බවට පත් වන්නේ? ලෝකයේ ජෙනි ලක්ෂ ගණනක් අර්ත් කර තිබෙන විට විවිධ වෝල්ට් ගණන් පොලොවට අර්ත් කර තිබෙනවානෙ.

ඇත්තටම පොලොවට එය ප්‍රශ්නයක් නොවේ. එය නිකං බැංකුවක් වගේ. ඔබ බැංකුවක රුපියල් 100 ක් තැන්පත් කළ විට, ඔබට නැවත 100 ලබා ගත හැකියි එම බැංකුවේ ඕනෑම ශාකාවකින් (ඒ කියන්නේ ඔබට සාපේක්ෂව බැංකුවේ රුපියල් 100 ක් තිබේ). තව කෙනෙක් එම බැංකුවේම කෝටියක් තැන්පත් කර නැවත එම කෝටිය ඔහුට ලබාගත හැකියි (ඔහුට සාපේක්ෂව බැංකුවේ රුපියල් කෝටියක් තිබේ). ඒ කියන්නේ <u>යම් විදුලි පද්ධතියක්</u> පොලොවට ලබා දුන් වෝල්ටියතාවම කිසිදු අඩු වැඩියක් නැතිව <u>එම පද්ධතියේ</u> වෙනත් ඕනෑම තැනකින් පොලොවෙන් නැවත ලබා ගත හැකියි. වෙනත් පද්ධති විසින් පොලොවට ලබා දුන් වෝල්ටියතාවන් සමග පටලවා ගැනීමක් සිදු නොවේ (මොකද වෙනත් පද්ධති යනු විදුලිමය වශයෙන් එකිනෙකට සම්බන්ධ නැති ඒවාය; ඉතිං පරිපථ සම්පූර්ණ වීමක් සිදු නොවේ).

දැන් අර්ත් කරපු වයරය ඔබ ඇල්லූ විට කුමක් වේද? කිසිවක් සිදු නොවේ. ඊට හේතුව පරිපථය සම්පූර්ණ නොවීම කියා අවශ්‍ය නම් කිව හැකියි. තව විදියකින් එයම මෙසේ කිව හැකියි. ඔබ සිටගෙන සිටින්නේ පොලොව මතයි. ඒ කියන්නේ ඔබට ලැබෙන්නේද පොලොවේ තිබෙන වෝල්ටියතාවයි (දැන් ඔබ ස්පර්ශ කරන්නේ ඔබේ ජෙනිය නිසා, පොලොවේ වෝල්ටියතාව ලෙස සැලකීමට සිදු වන්නේ ඔබේ ජෙනියෙන් අර්ත් කර ඇති අග්‍රයේ වෝල්ටියතාව බව සිහිතබා ගන්න; වෙනත් ජෙනිවලින් පොලොවට ලබා දුන් වෝල්ටියතාවන් මෙහිදී වැදගත් නැත). ඒ කියන්නේ පොලොවට සාපේක්ෂව ඔබේ වෝල්ටියතාව 0 යි (ඔබ හා පොලොව අතර වෝල්ටියතාවක් නැත). ජෙනියේ ඔබ අල්ලා ගෙන සිටින අග්‍රය පොලොවට අර්ත් කර ඇති නිසා, එම අග්‍රය හා ඔබ අතර තිබෙන වෝල්ටියතාවත් සමානයි; ඒ කියන්නේ එම අග්‍රය හා ඔබ අතර වෝල්ටියතා වෙනස 0 යි. ඉතිං වෝල්ටියතා වෙනස ශුන්‍ය නම්, විදුලි ධාරාවක් ජෙනියේ අග්‍රය හා ඔබ අතර ගමන් කළ නොහැකියිනෙ.

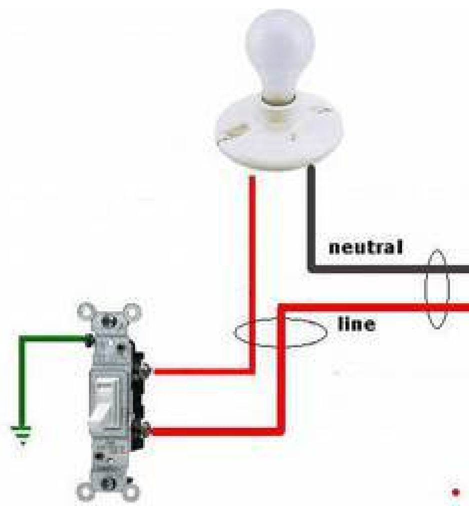
එහෙත් දැන් ඔබ අනෙක් අග්‍රය ඇල්ලුවොත් කරන්ට් වදිනවා. ඊට හේතුව ජෙනියේ අර්ත් කරපු අග්‍රයෙන් පොලොවට ගිය ඉලෙක්ට්‍රෝන පොලොව මත සිටගෙන සිටින ඔබේ ශරීරය හරහා අනෙක් අග්‍රයෙන් ජෙනියට ඇතුලු වී පරිපථය සම්පූර්ණ කරනවා. එයම අනෙක් විදියෙන් මෙසේ පැහැදිලි කළ හැකියි. ඔබට තිබෙන්නේ පොලොවේ විභවයයි. පොලොවට තිබෙන්නේ ජෙනියේ අනෙක් අග්‍රයේ විභවයයි. ඉතිං ඔබ අර්ත් නොකරපු අග්‍රය අල්ලා සිටින විට, එය හරියට ජෙනියේ අග්‍ර දෙක ඔබ විසින් අල්ලා සිටිනවා වගේනෙ.



ඒ කියන්නේ අර්ත් කිරීම මඟින් ඔබට ලැබෙන්නේ යම් තරමක ආරක්ෂාවක් පමණයි. අර්ත් නොකළ නම්, විදුලි වයර් ඕනෑම එකකින් ඔබට අනතුරු සිදු විය හැකිව තිබුණා. එහෙත් දැන් එම වයර්වලින් එක් වයර් එකක අනතුරුදායක බව ඉවත් කර තිබෙනවා (ඒකනේ නියුට්‍රල් වයර් එක ඇල්ලුවාට කරන්ට් වදින්නෙ නැත්තෙ). කිසිම ආරක්ෂාවක් නැතිවාට වඩා, මෙවැනි ආරක්ෂාවක් හෝ පැවතීම වටිනවා නේද?

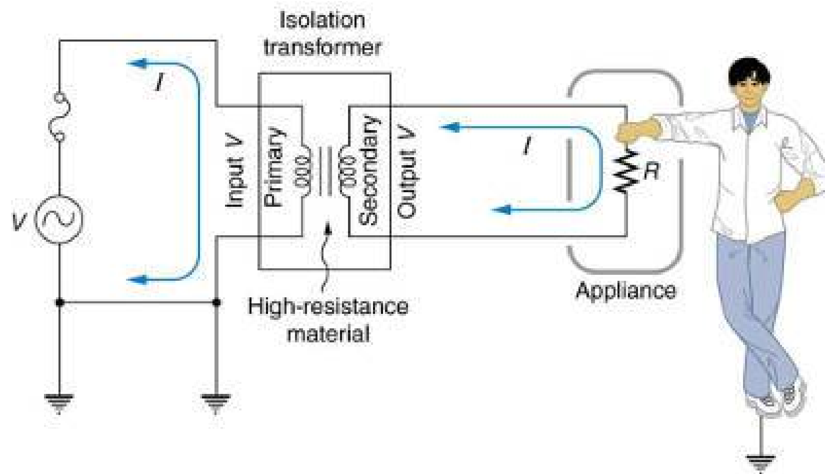
තවද, ප්‍රායෝගික වශයෙන් මෙම ආරක්ෂාව වඩාත් ප්‍රයෝජනවත් විදියට අපට පාවිච්චි කළ හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස, වයරිං කිරීමේදී ස්විචයක් සවි කරන්නේ ලයිව් වයරයට පමණයි. අර්ත් නොකළා නම්, වයර් දෙකම ස්විචයට සවි කිරීමට සිදු වෙනවා (එවිට වැඩිපුර වයර් යොදන්නටත් සිදු වෙනවා).

තාක්ෂණිකව බැලුවහම දැනුත් එක් වයරයක් පමණක් ස්විචයට යැවීම ප්‍රමාණවත් මොකද පරිපථය අවශ්‍ය වෙලාවට පමණක් විවෘත/සංවෘත කිරීමනෙ ස්විචයේ ප්‍රධාන අරමුණ. එහෙත් ආරක්ෂාව ගැන බැලුවහම වයර් දෙකම ස්විචයට සම්බන්ධ කිරීමට සිදු වෙනවා මොකද ලයිව් වයරයක් කෙලින්ම උපකරණයකට දිගටම සම්බන්ධ කර තිබීම විදුලි අනතුරුවලට අත වැනීමක්.



යම් විදුලි පද්ධතියක් මෙතෙක් පැහැදිලි කළ ආකාරයට අර්ත් කිරීම හා එමඟින් ලැබෙන ප්‍රයෝජන ගැන කතා කළා. එහෙත් සමහර අවස්ථා තිබෙනවා මෙම අර්ත් කිරීම ඉවත් කිරීමට සිදුවන. එවැනි අවස්ථාවකදී විදුලිබල මණ්ඩලය කුමන හේතුවක් නිසාවත් ඔබ වෙනුවෙන් නියුට්‍රල් වයරයෙන් අර්ත් එක ගලවන්නේ නැත (ඔබ හොරෙන් එය ගලවන්නට ගියොත් හිරේ ළඟින්නටත් සිදු වේවි). ඇත්තටම එය කිරීමට අවශ්‍යත් නැහැ.

ගවුන්ඩ් කරපු පවර් සප්ලයි (grounded power supply) එකක් නැවත ඉබේම ෆ්ලෝටිං පවර් සප්ලයි එකක් බවට පත් වෙනවා පවර් ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයක් යෙදීමෙන් (එහෙත් මේ සඳහා ඔටෝ ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් (auto transformer) නමින් හැඳින්වෙන පරිනාමක කිසිසේත් යෙදිය නොහැකිය).



ප්‍රාථමිකයට ලබා දී තිබෙන්නේ ග්‍රවුන්ඩඩ් විදුලි සැපයුමක් (මේන්ස් විදුලිය කෙලින්ම). එහි එක් අග්‍රයක් ග්‍රවුන්ඩ් කර තිබෙනවා පේනවා නේද? එහි ද්විතියිකයෙන් පිට කරන්නේ ෆ්ලෝට්ං විදුලියක්. ද්විතියිකයේ කිසිම අග්‍රයක් දැන් ග්‍රවුන්ඩ් කර නොමැත (ප්‍රාථමිකය ග්‍රවුන්ඩ් වූ බව ද්විතියිකයට දැනෙන්නේ හෝ වැඩක් නැත). ට්‍රාන්ස්ෆෝමරයක් නිසා, මෙය අධිකර හෝ අවකර හෝ බෆර් ආකාර 3 න් එකක් විය හැකියි. ඔබට අවශ්‍ය වන්නේ වෝල්ටියතාව අඩු වැඩි කිරීමට නොව, ග්‍රවුන්ඩඩ් විදුලියක් ෆ්ලෝට්ං විදුලියක් බවට පත් කිරීමට නම්, ඒ සඳහාම තමයි බෆර් ට්‍රාන්ස්ෆෝමරය තිබෙන්නේ. (දැන් වැටහෙනවාද බෆර් එකේ ප්‍රයෝජනය?)

අවශ්‍ය නම් ඉහතදී සකස් කර ගත් ෆ්ලෝට්ං පවර් සප්ලයි එක නැවත ග්‍රවුන්ඩඩ් එකක් බවට පත් කළ හැකියි. ඒ සඳහා කරන්නට තිබෙන්නේ ද්විතියිකයේ එක් අග්‍රයක් නැවත අර්ත් කිරීම පමණි.

අවසාන වශයෙන් තෙකලා විදුලිය ගැන යමක් පැහැදිලි කළ යුතුයි. තනි කලා හා තෙකලා යන වර්ග දෙක පමණද ලෝකයේ තිබිය හැක්කේ? දෙකලා (කලා දෙකක් සහිත), සිව්කලා, දසකලා, සියකලා (කලා 100 ක්) ආදී ලෙස තිබිය නොහැකිද? ඇත්තටම එවැනි ආකාරයේ කලාවන්ද සෑදිය හැකියි (ජෙනරේටරය තුළ තැන්පත් කරන කොයිල් ප්‍රමාණය හා ආකාරය වෙනස් කරමින් පහසුවෙන්ම එය සිදු කළ හැකියි). එහෙත් එහි ප්‍රයෝජනය කුමක්ද? ඇත්තටම කලා ගණන වැඩි වන තරමට ප්‍රායෝගික වියදම වැඩිය. උදාහරණයක් ලෙස සිතන්න කලා 10 ක ජෙනියක් තිබෙනවා කියා. එවිට, එම ජෙනියෙන් ජනනය වන විදුලිය වයර් 10 කින් සම්ප්‍රේෂනය කළ යුතු වෙනවා. ඒ කියන්නේ වයර් තුනක් වෙනුවට වයර් 10 ක් අවශ්‍ය කෙරෙනවා. එවිට වියදම කිසිසේත් දැරිය නොහැකි වෙනවා. ඇත්තටම විදුලියේ කලා කොපමණ විය යුතුදැයි තීරණය කළ අවස්ථාවේ මේ ගැන විදුලි ඉංජිනේරුවන් සාකච්ඡා කර තිබෙනවා. සියලු ප්‍රායෝගික කරුණු සලකා බලා අවසානයේ තෙකලා විදුලිය සුදුසු යැයි ඔවුන් තීරණය කළා (youtube එකේ තිබෙනවා මෙම තීරණය ගත් ප්‍රමුඛ ඉංජිනේරුවා මේ ඉතිහාස කතාව විස්තර කරන වීඩියෝවක්).

නිවසක විදුලි සැලසුම

ඔබේ නිවසට ආසන්නයේම ඇති ලයිට් කනුවේ සිට ඔබේ නිවසේ විදුලි මීටරය සවිකරන ස්ථානය දක්වා සර්විස් වයරය (service wire) නමින් හැඳින්වෙන ගනකම් වයරයකින් විදුලි සැපයුම ලැබෙනවා. සාමාන්‍යයෙන් විදුලි මීටරය සවි කරන්නේ නිවැසියාට අවශ්‍ය තැනකයි. එය නිවසේ අලංකාරයට හානි නොකරන තැනක හා මනු කියවන්නාට පහසුවෙන් ළඟාවිය හැකි ආරක්ෂිත ස්ථානයක් විය යුතුයි. සර්විස් වයරය විදුලි මීටරයට සවි කෙරෙන්නේ ඇම්ප් 40 ක ෆියුස් එකක් හරහාය. ෆියුස් එකෙන් නිවසට හානිකර මට්ටමේ විදුලියක් ඇතුලුවීම වැලකෙන අතර, මුලු නිවසේම විදුලි සැපයුම නතර කළ හැකියි අවශ්‍ය නම් මෙම ෆියුසය ගලවා හෝ ඕෆ් කරමින්. විදුලි මීටරයට ඔබ මුදල් ගෙවා තිබුණත්, එය අයිති විදුලිබල මණ්ඩලයටයි. එනිසා එහි කිසිම රෙපෙයාර් කිරීමක් ඔබ විසින් නොකළ යුතු අතර,

කිසියම් දෝෂයක් දුටු විට විදුලිබල මණ්ඩලයට එය දැනුම් දී නිවැරදි කරගත යුතුය.

විදුලි මීටරයේ සිට ඔබේ නිවස තුල ඇති "ෆියුස්බෝඩ් එකට" හෙවත් විදුලි බෙදාහැරීමේ පුවරුවට (power distribution box) තවත් ගනකම් (6mm^2 ගේජ් එකක් හෝ ඊට වැඩි ගේජ් එකක් සහිත) වයර් යුගලයකින් විදුලිය රැගෙන යයි. මෙම වයරය මේන් වයරය (main wire) ලෙස හැඳින්වේ.

සාමාන්‍යයෙන් ෆියුස් පෙට්ටිය පිහිටිය යුත්තේ නිවසේ ඕනෑම වැඩිහිටියකුට පහසුවෙන් ළඟාවිය හැකි තැනකය. විදුලිය නිසා ඇතිවන යම් හදිසි අවස්ථාවකදී ක්ෂණිකවම නිවසේ මුලු විදුලි සැපයුම නවතාලීමට මෙම ෆියුස් පෙට්ටිය වෙතට යැමට සිදු වේ. එනිසා කිසිවිටක එය ලොක් කර වසා දැමිය හැකි කාමරයක ස්ථානගත නොකළ යුතුය. තවද තට්ටු නිවසක් නම් එය යට තට්ටුවේ තිබීම සුදුසුය. තවද, එය අඩි හයක් හතක් පමණ උසකින් පිහිටවිය යුතුය. පහතින් පිහිටවුවොත් කුඩා ළමුන් ඊට ඇඟිලි ගසා අනතුරු සිදු විය හැකි සේම, වැඩිහිටියන්ගේ ඇඟේ හැප්පිය හැකියි යන එන අතරේ. එය ඉතා උසින් සවි කිරීමද නොකළ යුතුය මොකද වැඩිහිටියකුට සිටගෙන සිට එය ක්‍රියාකරවීමට හැකි විය යුතුය (සිතා බලන්න හදිසියකදී ඉතා උසින් පිහිටි ෆියුස් පෙට්ටියේ මේන් ස්විචය ඕෆ් කිරීමට දුවගෙන ආ විට, එය ඕෆ් කිරීමට උස නැති නිසා කොහෙන් හෝ පුටුවක්/බංකුවක් සොයා ගෙන විත් ඒක උඩ නැඟීමට සිදු වුවොත් වෙන්න තිබෙන හානිය වී හමාර වී තිබේවි). නිවසේ අලංකාරයට හානි නොවනු පිණිස, එය කොරිඩෝ එක වැනි ස්ථානයක පිහිටු වීම සුදුසුය. වර්ථමානයේ මෙම ෆියුස්බොඩ් එකේ සියලු අංග MCB (miniature circuit breaker) යන තාක්ෂණය අනුව නිපදවා හුරුබුහුටියට ඇත. මෙම පෙට්ටිය consumer unit යනුවෙන් හැඳින්වෙනවා.



මේන් වයරය තුළ ලයිව් හා නියුට්‍රල් යන වයර් දෙක ඇත. මෙම වයර් දෙකම ෆියුස්බෝඩ් එකේ ඇති මේන් ස්විචයට (main switch) පළමුවෙන් ඇතුලු වේ (සාමාන්‍යයෙන් මේන් ස්විචයේ යටි පැත්තේ ඇති සිදුරු තුලට මෙම වයර් ඇතුලු කෙරේ; නිවැරදි පිළිවෙලට එම වයර් දෙක ඇතුලු කළ යුතුය). මේන් ස්විචයේ රාජකාරිය වන්නේ නිවසේ මුලු විදුලි සැපයුමම එකවර ඕෆ් කිරීම පමණි. එය ඇත්තටම ස්විචයකි. සාමාන්‍ය ස්විචයකදී සජීවී කම්බිය පමණයි සම්බන්ධ වෙන්නේ (එනම් සජීවි කම්බිය විතරයි ‘‘කඩන්නේ’’), එහෙත් මේන් ස්විචය වැඩි ආරක්ෂාව පිණිස සජීවි හා උදාසීන යන කම්බි දෙකම කඩනවා.



මේන් ස්විචයෙන් පිටවන අග්‍ර දෙක (සාමාන්‍යයෙන් උඩු පැත්තේ ඇති සිදුරු දෙක) නැවතත් මේන් වයර් එකෙන්ම කපා ගත් (එනම්, මේන් වයර් එකේ ගේජ් එක සහිත) වයර් කැබැලි දෙකකින් "ට්‍රිප් ස්විචයට" සම්බන්ධ කරනවා (ට්‍රිප් ස්විචයේ උඩු පැත්තේ ඇති සිදුරු දෙකට). ලයිව් හා නියුට්‍රල් වයර් දෙක මේ හැම අවස්ථාවකදීම නිවැරදි සිදුරට (slot/hole) ඇතුලු කරන්නට වග බලා ගත යුතුයි. ට්‍රිප් ස්විචය යනුවෙන් පැවසුවත් මෙය ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker) ලෙස හෝ RCD (Residual Current Device) ලෙස වඩා නිවැරදිව හැඳින්වේ. මෙම උපකරණය ඉතා වැදගත් රාජකාරියක් ඉටු කරනවා. එනම්, යම් දෝෂයක් නිසා උපකරණයකට සපයා ඇති විදුලිය පොලොවට ලීක් වුවොත් මෙම ස්විචය ක්‍රියාත්මක වී ක්ෂණිකවම මුලු විදුලි සැපයුමම නවතා දමනවා. එහෙත් යම් උපකරණයකින් දෝෂයක් හේතුවෙන් වැඩිපුර ධාරාවක් ගැනීම ට්‍රිප් ස්විචයකින් නතර කළ නොහැකියි (ඒ සඳහා තමයි ෆියුස් තිබෙන්නේ).

උදාහරණයක් ලෙස, ඉලෙක්ට්‍රික් කේතලයට සැපයූ විදුලි සැපයුම යම් කිසි ක්‍රමයකින් පොලොවට කාන්දු වුවොත් ට්‍රිප් එක ඕෆ් වේ. කේතලයට සැපයූ විදුලිය පොලොවට කාන්දු වන්නේ යම් සන්නායකයක් කේතලයත් පොලොවත් අතර සම්බන්ධ වූ විටයි. හැමවිටම වාගේ මෙම සන්නායකය වන්නේ මිනිස් සිරුරකි. සාමාන්‍යයෙන් කේතලය හෝ වෙනත් ඕනෑම විදුලි උපකරණයක් සාදා තිබෙන්නේ ඊට සපයන විදුලිය එම උපකරණයේ ආවරණයට (කේසිං එකට) සම්බන්ධ නොවන ආකාරයටයි. එහෙත් කිසියම් දෝෂයක් නිසා ඇතුලතින් ලයිව් වයරය උපකරණයේ ලෝහ ආවරණයට ෂෝට් වී ඇති විට , එම වයරයේ විදුලිය ආවරණයට ලැබී එම ආවරණය ස්පර්ශ කළ විට ශරීරය හරහා විදුලිය පොලොවට ග්‍රවුන්ඩ් වේ. මෙමඟින් විදුලි සැර වැදී මරුමුවට පත් විය හැකියි. ඇත්තටම ට්‍රිප් ස්විචයේ කාර්යභාරය වනුයේ ඉහත උදාහරණයේ වැනි කිසියම් දෝෂ නිසා විදුලිය පොලොවට කාන්දු වීමෙන් උපකරණය විනාශ වීම වලක්වා ගැනීමයි. එහෙත් ඒ එක්කම ඉබේම උපකරණ පාවිච්චි කරන පුද්ගලයනුත් ඉන් ආරක්ෂා කෙරෙනවා.

ට්‍රිප් ස්විචයේ මෙම බැරෑරුම් රාජකාරිය නිසා එය නිසි ක්‍රියාකාරිත්වයෙන් යුක්තදැයි වරින් වර පරික්ෂා කර බැලීමට කුඩා බටන් එකක් තිබෙනවා. එම බොත්තම එබූ විට, ට්‍රිප් ස්විචය එකවර ඕෆ් වෙනවා (ට්‍රිප් වෙනවා). මසකට වරක් හෝ එම ට්‍රිප්/ටෙස්ට් බටන් එක ඔබා ස්විචය ට්‍රිප් වෙනවාද බැලීම වැදගත්.

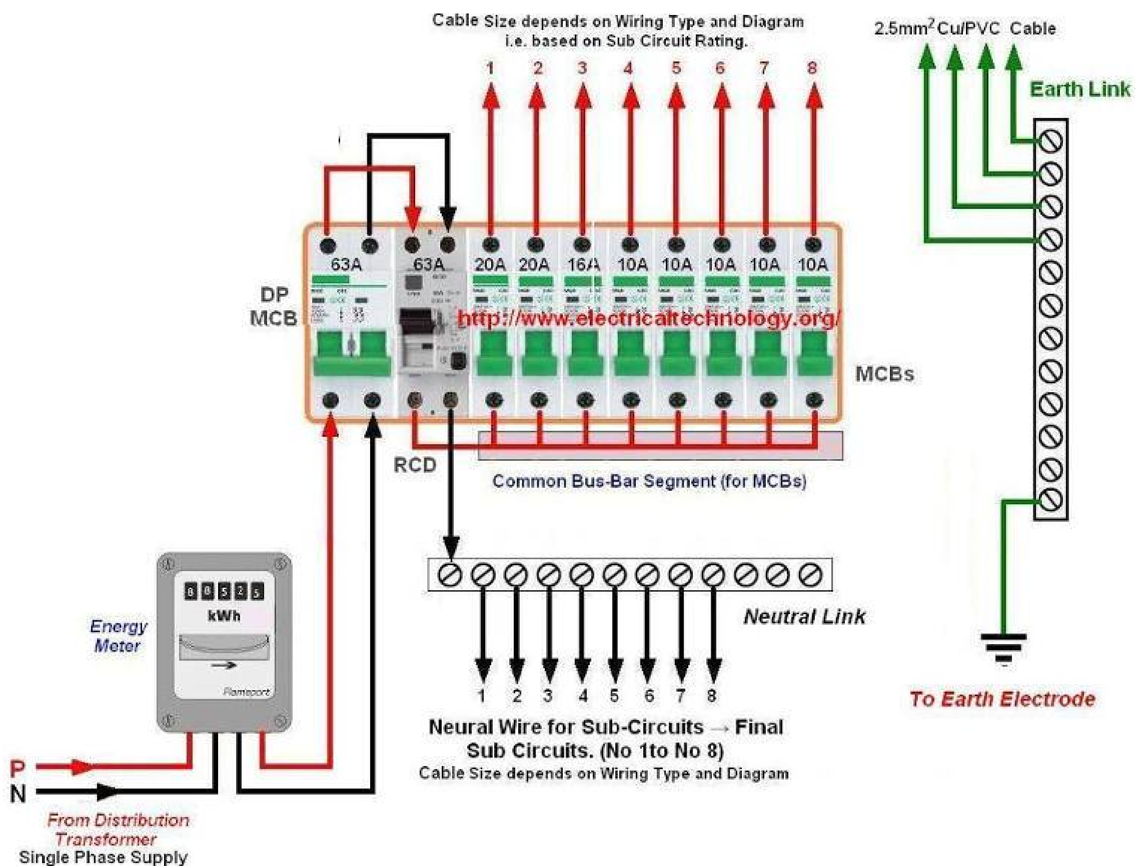
සාමාන්‍යයෙන් ට්‍රිප් ස්විචය ට්‍රිප් වන්නේ මිලිඇම්පියර් 30 ක් හෝ ඊට වැඩි ධාරාවක් පෙර විස්තර කළ ලෙසට උපකරණයේ සිට පොලොවට ලීක් වූ විටයි. මෙය එක් උපකරණයකින් පමණක් සිදුවන ලීක්වීමම නොව ගෙදර තිබෙන සියලුම පොලොවට ලීක් වීම්වල එකතුවයි. විවිධ හේතු නිසා නිවසේ

වයරිං එකේ විවිධ තැන්වලින් ඉතා කුඩා ප්‍රමාණයේ ලීක් වීම් තිබේ. එනිසා මිලිඇම්පියර් 1 ක් හෝ එවැනි කුඩා අගයකට ට්‍රිප් ස්විච සෑදුවොත් විනාඩියෙන් විනාඩියට ට්‍රිප් වෙන්නට ඉඩ තියේවි.

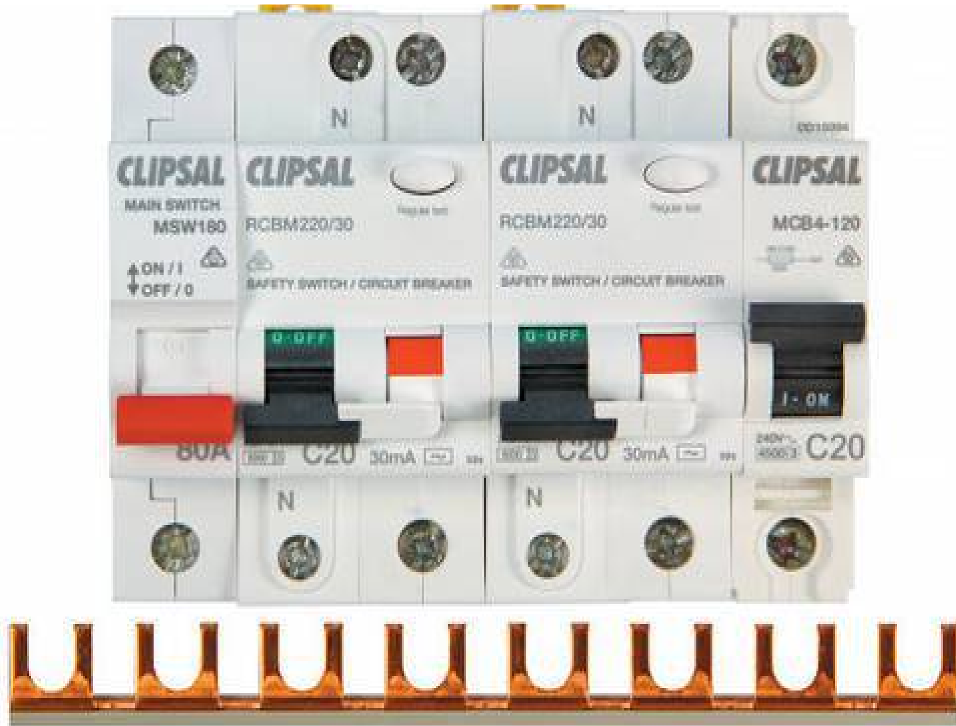
ඊට අමතරව මිලිඇම්පියර් 30 යනු මනුෂ්‍ය ශරීරයක් හරහා ලොකු අනතුරක් සිදු නොකොට ගලා යා හැකි උපරිම ධාරා ප්‍රමාණය යැයි ඉංජිනේරුවන් සොයාගෙන තිබෙනවා (එහෙත් ඇත්තම තත්වය නම්, ඊට වඩා කුඩා ධාරාවකින් වුවද මරණය සිදු විය හැකියි එම ධාරාව සිරුරේ කුමන ප්‍රදේශයක් හරහාද යන්නේ කියන කරුණ මත). එම ප්‍රායෝගික තත්වය සැලකිල්ලට ගෙනයි මිලිඇම්පියර් 30 කට එය සාදා තිබෙන්නේ.

තවද, මීට වඩා අඩු හා වැඩි මිලිඇම්පියර්වලට ට්‍රිප් වන ලෙස සෑදූ ට්‍රිප් ස්විච්ද තිබෙනවා (ට්‍රිප් වෙන ධාරා ප්‍රමාණය ට්‍රිප් ස්විචයේ සඳහන් වෙනවා; ඔබේ ට්‍රිප් ස්විචය මත තිබෙන දත්ත කියවා බලන්න). මුහුදු වෙරලක් අද්දර තිබෙන නිවාසවල සාමාන්‍ය නිවසකට වඩා මෙම විදුලි කාන්දු ප්‍රමාණය වැඩි විය හැකියි (මොකද මුහුදු සුළඟ සමග ලවණද මිශ්‍රව පවතින නිසා ලවන යනු හොඳ සන්නායක මාධ්‍යයක් නිසා). එවිට මිලිඇම්පියර් 30 කට වඩා වැඩි ට්‍රිප් ස්විචයක් යෙදීමට සිදුවිය හැකියි එවැනි නිවාසවල.

ට්‍රිප් ස්විචයෙන් පිටවන සිදුරුවලින් (බොහෝවිට එහි යට පැත්තේ ඇති සිදුරුවලින්; ට්‍රිප් ස්විචය මත ඇති සලකුණු කියවා හරියටම දැනගත හැකියි) නියුට්‍රල් වයරය ෆියුස් බෝඩයේ තිබෙන නියුට්‍රල් වයරය සම්බන්ධ කරන ඇනයට/දණ්ඩට (neutral bar/link) සවි කළ යුතුය. ලයිව් වයරය ෆියුස් පෙට්ටියේ ඇති ෆියුස් සියල්ලටම සම්බන්ධ කළ යුතුයි (සාමාන්‍යයෙන් ෆියුස්වල යට පැත්තේ ඇති සිදුරට). ෆියුස් 5 ක් ඇති නම්, මෙලෙස මෙම ෆියුස් 5 ටම සම්බන්ධ කළ යුතුයි ට්‍රිප් එකේ සිට එන ලයිව් වයරය. මෙලෙස ෆියුස් රාශියක් තිබෙන නිසා තමයි මීට ෆියුස් පෙට්ටිය යනුවෙන් කියන්නට පුරුදුව තිබෙන්නෙත්.



මෙය කළ හැකි පහසුම ක්‍රමය නම්, බස්බාර් (bus bar) ලෙස හැඳින්වෙන තඹ පතුරක් පාවිච්චි කිරීමයි. මෙම තඹ පතුරේ සුදුසු පරතරවලින් උඩට එසවුණු "උල්" ඇති අතර, මෙම උල් හරි ගාණටම ෆියුස්වල සිදුරුවලටත් ට්‍රිප් එකේ ෆේස් සිදුරටත් ඇතුලු වේ. තනි තනි වයර් සම්බන්ධ කරනවාට වඩා මෙය පහසු මෙන්ම හොඳය.



දැන් නිවසේ විදුලි උපකරණ සියල්ලටම විදුලිය බෙදා හරින්නේ මෙම ෆියුස්වල සිටය. සාමාන්‍ය විදුලි බුබුලු, ෆෑන්, කාමරවල තිබෙන කෙවෙනි ආදිය සඳහා අදින වයර්වල ගේජ් එක 1mm^2 වේ. එහෙත් විදුලි මෝටර්, හොට් ප්ලේට් වැනි ඇම්පියර් 4 හෝ 5 කට වැඩි ධාරාවක් ලබා ගන්නා උපකරණ සඳහා 2.5mm^2 හෝ ඊට වැඩි ගේජ් එකක් සහිත වයර් ඇදිය යුතුයි. ලබා ගන්නා ධාරාව වැඩි වන්නට වන්නට මෙම ගේජ් එක වැඩි විය යුතුය.

සෑම ෆියුසයකටම යටින් ට්‍රිප් එකේ සිට විදුලිය සැපයෙන අතර (ෆේස් ලයින් එක) එහි ඉහල සිදුරෙන් විදුලි උපාංගවලට විදුලිය සැපයේ. සෑම ෆියුසයකින්ම පිට කළ හැකි උපරිම ධාරා ප්‍රමාණයක් ඇත (ඇම්පියර් 5, 6, 10, 15 ආදී ලෙස). යම් කිසි මොහොතක යම් ෆියුසයකට සම්බන්ධිත උපාංගවලින් එය සපෝට් කරන උපරිම ධාරාවට වඩා වැඩි ධාරාවක් ලබා ගන්නට උත්සහ කළොත්, එම ෆියුස් එක ඕෆ් වේ. ඒ කියන්නේ ෆියුස්වලින් උපකරණවලට ආරක්ෂාවක් ලැබේ. උදාහරණයක් ලෙස, ෆ්‍රිජ් එක වැඩ කරන විට ඇම්පියර් 2 ක් ලබා ගන්නේ යැයි සිතමු. එය ඇම්පියර් 5 ක ෆියුසයකට සම්බන්ධ කර ඇතැයිද සිතමු. දැන් යම් දෝෂයක් නිසා ෆ්‍රිජ් එකෙන් ඇම්පියර් 7 ක් වැය කරන්නට ගියවිට, එය 5 ට වැඩි නිසා ෆියුසය ඕෆ් වේ. සාමාන්‍යයෙන් යම් උපාංගයක් ඊට නියමිත ධාරාවට වඩා වැඩි ධාරාවක් ගන්නේ එය තුළ යම් ෂෝට්වීමක් ඇති වූ විටයි.

සාමාන්‍යයෙන් නිවසේ තිබෙන සෑම විදුලි උපකරණයකටම එක ෆියුසය බැගින් ලබා දෙන්නේ නැත. එය කළ හැකි නම් ඉතාම ආරක්ෂිත වුවත්, එසේ කරන්නට ගියොත් ෆියුස් තිහ හතලිහක් පමණ සවි කිරීමට සිදු වේවි. එනිසා ප්‍රායෝගිකව සිදු කරන්නේ නිවසේ ඇති උපාංග ගැන යම් තක්සේරුවක් සිදු කර, උපකරණ කිහිපයක් එක ෆියුසයක් යටතට ගැනීමයි. එවිට ෆියුස් පහ හයකින් පමණ සියල්ල ආවරණය කළ හැකියි.

උදාහරණයක් ලෙස, සාමාන්‍යයෙන් නිවසේ බල්බයක් වොට් 100 ක් ලෙස සලකනවා (ඔබ වොට් 15 ක පමණ CFL හෝ LED බල්බ සවි කළත් සිරිතක් වශයෙන් එක් බල්බයක් වොට් 100 ක් ලෙස සලකා ගණනය කිරීම් කරනවා). ඒ කියන්නේ එක් බල්බයක් සඳහා ඇම්පියර් 100/240 = 0.4 ක් ලබා ගන්නවා. ඒ කියන්නේ ඇම්පියර් 5 හේ ෆියුස් එකකට බල්බ 12 ක් පමණ සවි කළ හැකියි නේද? මේ විදියට එක් එක් උපකරණයක් ලබා ගන්නා ධාරාවන් පහසුවෙන් සොයා ගත හැකියි. සෑම උපකරණයකම පාහේ වොට් ගණන සඳහන් කරන නිසා, I = P/V යන සුපුරුදු සූත්‍රයෙන් ඒ ඒ උපකරණවල ධාරාවන් සෙවිය හැකියි. ඉන්පසු එක් එක් ෆියුස් එකේ අගයට සමාන හෝ අඩු වන පරිදි එම උපාංග ෆියුස්වලට භාරදිය හැකියි.

ඔබට මෙහෙමත් සිතේවි දැන්. ඇම්පියර් 40 හේ එක ෆියුස් එකක් පමණක් සවි කර, සියලු විදුලි උපකරණ එම තනි ෆියුසයට සම්බන්ධ කළා නම් ඉතාම ලාභදායකයි නේද කියා. එසේ කළ හැකි වුවත්, ඉන් ඇතිවන කිසිම ආරක්ෂාවක් හෝ ප්‍රයෝජනයක් නැත. ඉහල ධාරා අගයක් සහිත ෆියුස් යෙදුවොත් ඒ කියන්නේ යම් උපකරණයක් ෂෝට් වූ විට, එම ඉහල අගයක් සහිත ධාරාව දක්වා ධාරාවක් එම දෝෂ සහිත උපකරණය හරහා දැන් ගලා යා හැකියි. උදාහරණයක් ලෙස ඉහත උදාහරණයේ ෆ්‍රිජ් එක ෂෝට් වීම නිසා ඇම්පියර් 7 ක් ගලා යන විට, එය සවිකර තිබුණේ ඇම්පියර් 10 ක ෆියුස් එකකට නම්, ඒ කියන්නේ ෆ්‍රිජ් එකේ ෂෝට් වීම නවතිනේ නැතිව එය විනාශ වී යනකල්ම විදුලිය දිගටම ගමන් කරාවි. ඒ අනුව, ෆියුසයකින් නියම ආරක්ෂාව ලැබෙන්නේ එහි ධාරා අගය උපකරණයේ ධාරා අගයට සමාන වන විට නේද? ඔව්. එහෙත් එවැනි ඉතා අනර්ඝ මට්ටමේම (එනම්, උපකරණයේ ධාරාවට සමාන ධාරාවක් සහිත ෆියුස් යෙදීම) ආරක්ෂාවක් ගන්නට ගියොත් පෙරත් සඳහන් කළ ලෙසට, එක් එක් උපාංගය සඳහා තනි තනි ෆියුස යෙදීමට සිදු වෙනවා. ඒ නිසා මේ අන්ත දෙක අතරමැදි අවස්ථාවක් ලෙස, ඇම්පියර් 5, 6 වැනි ෆියුස සාමාන්‍යයෙන් යෙදීම උචිතය.

එහෙත් වතුර මොටරය හෝ වෙනත් එවැනි ප්‍රබල මෝටර් යොදන විට, එම මෝටරය සඳහාම එක් වැඩි ඇම්පියර් ගණනක් (ඇම්ප් 13 හෝ 15) සහිත ෆියුසයක් යොදන්න. සාමාන්‍යයෙන් මෝටරය ක්‍රියාත්මකව පවතින අවස්ථාවක එය ඇම්පියර් 5 ක් 6 ක් පමණ ගත්තද, මෝටරය ස්ටාර්ට් වන අවස්ථාවේදී විශාල ඇම්පියර් ගණනක් අවශ්‍ය වෙනවා (එය ඕනෑම මෝටරයකට පොදු ලක්ෂණයකි). ඉතිං මෝටරය ඇම්පියර් 5 ක්නෙ ගන්නෙ ඒකනිසා ඇම්පියර් 6 ක ෆියුස් එකක් ඊට ගැලපෙනවා යැයි සිතා එවැනි අඩු අගයක එකක් යෙදුවොත් ඔබට කිසිම විටක මෝටරය ස්ටාර්ට් කිරීමට නොහැකි වේවි. ස්ටාර්ට් කරන විටම, ඇම්පියර් 10 ක් වැනි අධික ධාරාවක් එය ලබා ගන්නට අවශ්‍ය නිසා, එම ප්‍රමාණය අර අඩු අගයේ ෆියුස් එකෙන් ලබා ගත නොහැකිව එය ඕෆ් වේවි.

සාමාන්‍යයෙන් එක් එක් ෆියුසයේ සිට යන සෑම වයරයක්ම අවම වශයෙන් $1mm^2$ ගේජ් එකක් සහිත ඒවා විය යුතුය. මෙම වයර් පීවීසී ආවරණයකින් යුතු අතර, එම ආවරණයට ඇතුලතින් යම් වර්ණයක් (විශේෂයෙන් රතු හා කලු වර්ණය) සහිතව තවත් ආවරණයක් ඇත. සාමාන්‍යයෙන් තවමත් ලංකාවේ රතු වර්ණයෙන් යුතු වයර් යොදන්නේ ලයිව් වයර් එක සඳහාය. නියුට්‍රල් වයරය කලු විය යුතුය. වෙනත් රටවල මෙම වර්ණ වෙනස් විය හැකියි. කෙසේ හෝ වේවා, නියමිත වර්ණ සම්මතය අනුව වයරිං එක සිදු කළ යුතුය.

ලයිව් හා නියුට්‍රල් වයර් දෙකට අමතරව, භූගත වයරය (earth wire) යනුවෙන්ද වයරයක් තිබෙනවා. එය තරමක් මහත ($2.5mm^2$) වන අතර, කොල පාටින් හෝ කහ කොල මිශ්‍ර පාටකින් එය ඇත. එම වයරය ෆියුස් බෝඩ්යේ අර්ත් ඇනයට සම්බන්ධ කළ යුතුය. එම ඇනයට/දණ්ඩට (Earth link/bar) එක් කෙළවරක් සම්බන්ධ කොට අනෙක් කෙලවර වත්තේ පොලොව යටට යවා ඇති භූගත දණ්ඩට (earth rod) හොඳින් සවි කළ යුතුය.



සාමාන්‍යයෙන් මීටර් 2 ක් පමණ දිග තඹ දණ්ඩක් පොලොව යටට ගැසීම සුදුසු වුවත්, තඹ දඬු මිල අධික නිසා ගැල්වනයිස් කරපු යකඩ බම්බුවක් තමයි බොහෝ දෙනා යොදා ගන්නේ. ඇත්තටම ඉතා නිවැරදිම ක්‍රමය නම්, මෙම අර්ත් බටය සවි කර, එය පොලොව සමග ඉතා හොඳ විදුලිමය සම්බන්ධතාවක් ඇති කර ඇත්දැයි මීටරයකින් සෙවීමයි. එම මීටරයෙන් අවශ්‍ය අගය පෙන්වන තුරු දිග බටයක් පහලට ගැසිය යුතුය. බටය හොඳට පොලොවට බැස්සුවාට ඉන් කියවෙන්නේ නැහැ <u>විදුලිමය වශයෙන්</u> හොඳ සම්බන්ධතාවක් ඉන් ඇති වූවා කියා. සමහරුන් මෙම බටය සමගම ලුණුද දමනවා මොකද ලුණු හොඳ සන්නායකයක් නිසා බම්බුව හා පොලොව අතර විදුලිමය සම්බන්ධතාව වැඩි කිරීමට. එහෙත් එය මෝඩ වැඩකි (කිසිසේත් කරන්න එපා). තවද, බටය පොලොවට බස්සන විට, එය වටේට ගස්සන්නේ නැතිව එක එල්ලේ පොලොව තුලට තල්ලු කිරීමට උත්සහ දරන්න. එය වටේට ගැස්සෙමින් යටට යන විට, පස් බටයෙන් ඈතට යයි (එනම් බටයේ ප්‍රමාණයට වඩා විශාල සිදුරක් ඇති වේ). එවිට පස හා බටය අතර සම්බන්ධය තවත් දුර්වල වේ.

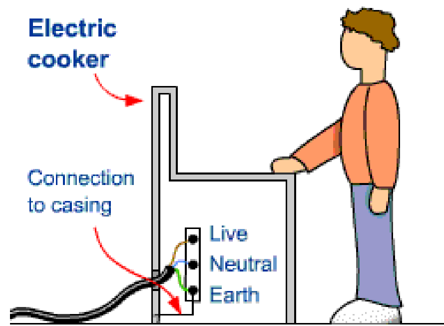
පොලොවේ තැනින් තැන පසේ ස්වභාවය වෙනස්ය. සමහර විට, මීටර් ගණනාවක් යටට ගියත් හොඳ විදුලිමය සම්බන්ධතාවක් ලැබෙන්නේ නැතිනම්, එය ගලවා වෙනත් තැනක ගැසිය යුතුය. මේ ලෙස සුදුසු වෙනස්කම් සිදු කර හොඳ අර්ත් කනෙක්ෂන් එකක් සාදා ගත යුතුය (එහෙත් මේ විදියට නිවාසවල සිදු කරන්නේ කීයෙන් කී දෙනාද කියා සිතා බලන්න). තවද, නිතිපතා මෙම අර්ත් බටයට සවිකර තිබෙන අර්ත් වයරය හොඳින් සවි වී තිබේදැයි පරික්ෂා කළ යුතුය. අර්ත් එක යනු විදුලි අනතුරුවලින් ආරක්ෂා වීමට තිබෙන හොඳම අවියයි. එය පරිස්සමින් රැක බලා ගත යුතුයි.

අර්ත් එකේ වැදගත්කම කුමක්ද? යම් උපකරණයක ලයිව් වයරය එම උපකරණයේ ලෝහ ආවරණය (හෝ ලයිව් වයරය නොගැවිය යුතු එම උපකරණයේ ඕනෑම තැනක) ගැවුණොත්, එවැනි අවස්ථාවකදී ට්‍රිප් ස්විචය ඕෆ් කිරීම ඉන් සිදු වේ. මතක තබා ගන්න මෙහිදී එම විදුලිය පොලොවට ගලා යෑම අත්‍යවශ්‍ය නැහැ. ලයිව් වයරය උපකරණයේ ලෝහ ආවරණයේ පමණක් ගෑවීම ප්‍රමාණවත්. මින් ඇත්තටම සිදු වන්නේ උපකරණයත් ඔබවත් ආරක්ෂා කිරීමයි (බැරිවෙලාවත් අර්ත් එකක් නැති විට, එවැනි උපකරණයක් ඇල්ලුවොත් ඔබට විදුලි සැර වදිනවා).

හැබැයි මෙලෙස අර්ත් එකෙන් ලැබෙන ආරක්ෂාව ලැබීමට කොන්දේසි කිහිපයක් තිබේ. පෙර සඳහන් කළ ආකාරයට පොලොව සමග හොඳින් විදුලිමය වශයෙන් සම්බන්ධව ඇති අර්ත් බටයක් ගසා තිබිය යුතුය. එම බටයේ සිට අර්ත් වයරයක් ෆියුස්බෝඩ් එකේ අර්ත් ඇනයට සවිකර තිබිය යුතුය. එම අර්ත් ඇනයේ සිට තවත් අර්ත් වයරයක් අදාල උපකරණය සම්බන්ධ කර ඇති විදුලි කෙවෙනියේ

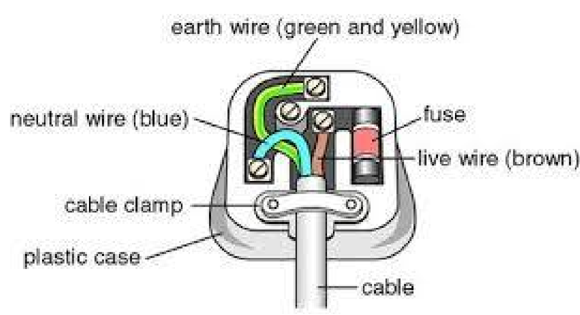
(electric socket/plug-base) ඇනයට සම්බන්ධ කර තිබිය යුතුය. එම කෙවෙනියේ අර්ත් එකේ සිට අදාල උපකරණය දක්වාද අර්ත් සම්බන්ධතා වයරයක් තිබිය යුතුය.

සාමාන්‍යයෙන් විදුලි උපකරණයේ භාහිර ආවරණයට තමයි අර්ත් වයරය සම්බන්ධ වෙන්නේ (එවිටයි ලයිව් වයරය එම ආවරණයට ගෑවුණොත් ට්‍රිප් එක ඕෆ් වෙන්නේ). කිසිවිටක කේසිං එකට සම්බන්ධ කර ඇති මෙම වයරය කේසිං එකෙන් ගලවා දමන්ට එපා. සමහරුන් මෙම අර්ත් වයරය ප්ලග් එකේ සවි නොකර නිකං තබනවා (මොකද අර්ත් සම්බන්ධය නැතත් යන්ත්‍රය වැඩ කරනවා යැයි සිතන මෝඩයන් ඕනෑ තරම් ඉන්නවා). කිසිවිටක අර්ත් වයරය සම්බන්ධ නොකර ඉන්න එපා.

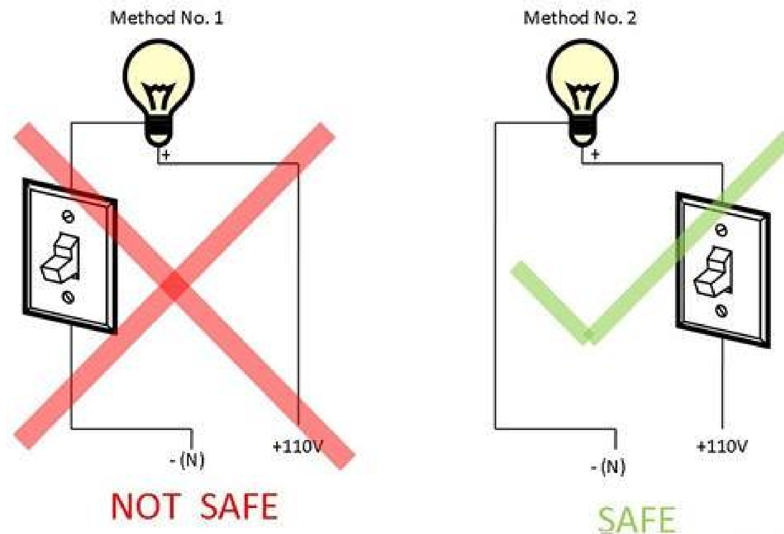


ඕනෑම කෙවනියක් දෙස බැලූ විට, එහි සිදුරු තුනක් පේනවා නේද? එහි උඩින් ඇති තරමක් මහත සිදුරට තමයි ෆියුස් බෝඩ් එකේ සිට එන අර්ත් වයරය සවි කරන්නේ. එහි යටින් ඇති සිදුරු දෙකෙන් දකුණු සිදුරට <u>හැමවිටම</u> ලයිව් වයරය සම්බන්ධ කළ යුතු අතර, වම් සිදුරට නියුට්‍රල් වයරය සම්බන්ධ කළ <u>යුතුමයි</u>. වයර් දෙක මාරු කර සම්බන්ධ කළත් උපකරණය ක්‍රියාත්මක වුවත්, ඉහත සඳහන් කළ කිසිදු ආරක්ෂාවක් මෙලෙස වැරදියට සම්බන්ධ කර ඇති කෙවනියකට ප්ලග් කරපු උපකරණයකට නොලැබෙනවා.

බිත්තියේ සවිකර තිබෙන සොකට් එකකට ඉහත ආකාරයට නිවැරදිව හා සම්මත ආකාරයෙන් වයර් සම්බන්ධ කළ පසු, ඊට සවි කරන ප්ලග් එකටද නිවැරදිව වයර් සම්බන්ධ කළ යුතුය. එහි මහත තනි උඩින් තිබෙන පින් එකට අර්ත් වයරය සවි කළ යුතුය. සොකට් එකේ ෆේස් එක තිබෙන්නේ දකුණු පැත්තේ නිසා, එම සිදුර තුළට යන ප්ලග් එකේ පින් එක තමයි ෆේස් එක වන්නේ. එම පින් එකට රතු වයරයද අනෙක් පින් එකට කලු වයරයද සවි කරන්න (පහත රූපයේ නියුට්‍රල් වයරය නිල් පාටින්ද, ලයිව් වයරය දුඹුරු පාටින්ද දක්වා ඇත්තේ එය වෙනත් රටක වර්ණ කේත සම්මතයකට අනුව ඇඳ ඇති නිසාය). හොඳ තත්වයේ ප්ලග් ඇතුලේ ෆියුස් එකක්ද තිබේ. වයර් සේම ප්ලග් හා සොකට්ද සාදා තිබෙන්නේ යම් කිසි උපරිම ධාරාවක් සඳහායි. උදාහරණයක් ලෙස ඇම්පියර් 5 ක ප්ලග් හෝ සොකට් එකක් හරහා ඇම්පියර් 8 ක් ලබා ගන්න එපා.



හැමවිටම විදුලි ස්විචයකට සම්බන්ධ කරන්නේ ලයිව් වයරයයි. ෆියුස් බෝඩයේ සිට එන එක් ලයිව් වයරයක් මෙම ස්විචයේ එක් අග්‍රයකට සම්බන්ධ කරන අතර, එහි අනෙක් අග්‍රයට සම්බන්ධ කළ වයරය උපකරණයට සම්බන්ධ කෙරේ. මෙවිට ස්විචය ඕන් කළ විට මෙම වයර් කොටස් දෙක එකිනෙකට සම්බන්ධ වී උපකරණයට විදුලිය ගලා යයි (ස්විචයක කාර්ය එයනෙ). නියුට්‍රල් වයරයක් කිසිම විටක ස්විචයකට සම්බන්ධ වන්නේ නැත. නියුට්‍රල් වයරය කෙලින්ම ෆියුස් බෝඩයේ සිට උපකරණයටයි සම්බන්ධ වන්නේ. කිසිවිටක නියුට්‍රල් වයරයට ස්විචය සවි නොකළ යුතුය.



හැකි හැමවිටම වයර් යැවිය යුත්තේ බට තුලින්ය. මෙම බට ලෝහ බට නම් ඉතාම අනර්ඝ වුවත්, එවිට වියදම අධික වන බැවින් pvc බට යෙදීමයි බොහෝ අය කරන්නේ. බිත්ති දිගේ යන විට නම්, අනිවාර්යෙන්ම බට යෙදුවත්, සීලිං හෝ බාල්ක දිගේ යවන විට බට නොයොදන "කැත" පුරුද්දක් විදුලි කාර්මිකයන්ට තිබේ. ඇත්තටම ෆියුස් බෝඩයේ සිට අවසානයේ බිත්තිවල ඇති කෙවෙනි දක්වා ඇති සම්පූර්ණ විදුලි රැහැන බට තුළින් යැවීමට හැකි තරම් උත්සහ දැරිය යුතුය.

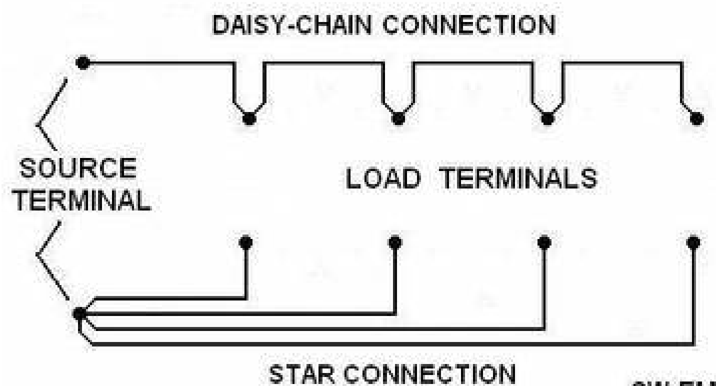
තවද, බට තුළින් වයර් යවන විට බොහෝ අය එම බටය සම්පූර්නයෙන්ම පිරෙන්නම වයර් ඇතුලු කරනවා. සමහරවිට දැනටමත් තිබෙන වයර් නිසා තවත් වයර් ඇතුලු කරන්නට අමාරු විට, තෙල් ආලේප කර බොහොම අමාරුවෙන් හෝ වයර් බටය තුළින් යවා "වීරයෙකු" හපන්කමක් කළා සේ පෙන්වනවා. මෙලෙස බට තුළින් ඒවා පිරෙන්නම වයර් ඇතුලු කරන එක තරම් මෝඩ මීහරක් කමක් තවත් නැත. එය කිසිසේත් සිදු නොකළ යුතුය. එක් එක් වයර් ගේජ් අනුව බටය තුළ තිබෙන හරස්කඩ වර්ගඵලයෙන් කොපමණ හිඩක් තැබිය යුතුදැයි වගුවල දක්වා තිබෙනවා. මෙලෙස බටයේ තැබිය යුතු යම් කිසි හිස් හිඩට "පරතර සාධකය" (space factor) යන නම ව්‍යවහාර වෙනවා. එහෙත් පරතර සාධක දක්වමින් මෙවැනි වගු නොමැති විට හෝ "හොඳ පුරුද්දක්" ලෙස හෝ, බටයකින් 50% ක් 60% ක් දක්වා පමණ පිරෙන තෙක් පමණක් වයර් යවන්න. මතක තබා ගන්න මෙලෙස හිඩ තබන්නේ පසු කාලෙක තවත් වයරයක් ඒ තුලින් යැවීමට නොවේ. පසු කාලෙක තවත් වයර් යැවීමට බලාපොරොත්තු වේ නම්, දැන්ම ඒ සඳහාත් අමතර හිඩද තබා ගන්න.

ඉහත කියූ ලෙසට පරතර සාධකයක් තබා ගැනීමේ අරමුණ මෙයයි. වයර් තුළින් ධාරාවක් යන විට (ජූල් තාපනය නිසා) ඒවා රත් වෙනවා. ඕනෑම රත් වෙච්ච දෙයක් පරිසරයේ ඇති විට, ස්වභාවයෙන්ම එය පරිසර උෂ්ණත්වය දක්වා අඩු වෙනවා (ඒකනේ උනුසුම් තේ එකක් සිසිල් වෙන්නේ). එක අතකින් ධාරාව නිසා අඛණ්ඩව වයරය රත් වෙනවා; අනෙක් පසින් අඛණ්ඩව වයරය සිසිල් වෙනවා. රත් වීමේ වේගය සිසිල් වීමේ වේගයට වඩා වැඩි නම්, ක්‍රමයෙන් වයරය තව තවත් රත් වෙනවා (එසේ

රත් වී අවසානයේ ගිනි ගැනීමද සිදුවෙනවා).

මෙම සිසිල් වීමේ වේගය වැඩි වෙනවා හොඳින් සුලං හමනවා නම් හා රත් වෙච්ච ද්‍රව්‍යයේ වැඩි ක්ෂේත්‍රඵලයක් වාතයට නිරාවරණය වෙලා පවතී නම්. සාමාන්‍යයෙන් යම් ගනකමක් (ගේජ් එකක්) සහිත වයරයක් ඔස්සේ කොපමණ ධාරාවක් උපරිමව ගලා යා හැකිද යන්න තීරණය කරන්නේ මෙම රත්වීම හා සිසිල් වීම දෙකේ සීඝ්‍රතාවන් දළ වශයෙන් සමාන වන අයුරිනි. ඉතිං බට තුළින් වයර් යවන විට ඊට වැඩිපුර සුලං වදින්නේ නැති නිසා සිසිල් වීමේ වේගය අඩුයි. ඒ මදිවට බටය තුලින් ගලා යන කුඩා සුලං ධාරාවත් නැති වෙනවා බටය පිරෙන්නටම ගොඩක් වයර් ඇතුලු කිරීමෙන්. තත්වය තවත් බරපතල වෙනවා මේ සියලු වයර් හරහා ධාරාවන් ගලා යන විට, ඒ සියල්ලමත් රත් වීමෙන් බටය තුළ රස්නය ඉතා වැඩි වෙන නිසා.

හැමවිටම විදුලි උපකරණවලට විදුලිය සැපයිය යුත්තේ සමාන්තර විදියටයි. එවිට සෑම උපාංගයකටම ලැබෙන්නේ එකම 240V වෝල්ටියතාවයි (එහෙත් එක් එක් උපාංගය විසින් තමන්ට අවශ්‍ය ධාරා ප්‍රමාණය ලබා ගනී). සමාන්තරව විදුලිය සැපයිය හැකි මූලික ක්‍රම දෙකක් පවතිනවා පහත රූපයේ දැක්වෙන පරිදි. ඉන් ඩේසිචේන් ක්‍රමය ලාභදායි වේ (වයර් අඩුවෙන් වැය වෙන නිසා). එහෙත් මෙහිදී වයරයේ මැදින් කැඩුණොත් එතැන් සිට ඉදිරියට සියලු උපකරණ ක්‍රියා විරහිත වීම දෝෂයකි. එම දෝෂය සම්පූර්ණයෙන්ම නැති වේ ස්ටාර් ක්‍රමයේදී. එහෙත් මෙහිදී වැඩිපුර වයර් ප්‍රමාණයක් මෙන්ම එම වයර් යැවීමට වැඩිපුර බට හා හිඩක් වැය වේ.



ගොඩනැගිල්ලක්/නිවසක් වයරිං කිරීමේදී වයර් දෙකක් හෝ කිහිපයක් එකිනෙකට සම්බන්ධ කිරීමට සිදු වෙනවා නිතරම. පුලුවන් හැමවිටම මෙවැනි සම්බන්ධයක් සුදුසු කනෙක්ටරයක් යොදමින් සිදු කරන්න. කනෙක්ටරයක් යෙදීමට අපහසු අවස්ථාවකදී එම වයර් හොඳින් අඹරා හැකි නම් ඊයම්වලින් පාස්සන්න. පැස්සුවත් නැතත් එම ජොයින්ට් හොඳින් ඉන්සියුලේෂන් ටේප් හෝ හීට් ශ්‍රින්ක් බට යොදා පරිවරණය කරන්න.

වයරිං ගැන තවත් කරුණු රාශියක් කීමට ඇතත්, මෙම අතිරේකය සඳහා අවසන් වරට සඳහන් කිරීමට සිදු වන්නේ වයර්, ස්විච, කෙවෙනි, හෝල්ඩර් ආදී සියල්ල හොඳ කොලිටියෙන් යුතු ඒවාම ගන්න (කොලිටිය යනු හැමවිටම මිල වැඩි භාණ්ඩයද නොවේ). කොතරම් හොඳ විදුලි සැකැස්මක් දක්ෂතම කාර්මිකයා ලවා කර ගත්තත් වැඩක් නැහැ බඩු තත්වයෙන් බාල නම්. ඒ වගේමයි ඉස්තරම්ම කොලිටියෙන් යුතු බඩු දැම්මත් වැඩක් නැහැ දැනුමක් දක්ෂකමක් නැති කාර්මිකයකු විසින් නම් වයරිං එක සිදු කරන්නේ. මේ දෙකෙන්ම වැඩක් නැහැ උපකරණ පාවිච්චි කරන නිවැසියන් ඒවා නිසි පරිදි පරිහරනය කරන්නේ නැතිනම්.

ඔබ ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් වැඩ කිරීමට නිවසේ වෙනමම තැනක් සකස් කර ගැනීම උචිතයි (සමහරුන්ට ඒ සඳහා වෙනමම කාමරයක් ඇත). එතැන කුඩා ළමුන්ගෙන්, විදුලිය ගැන නොදන්නා ඕනෑම කෙනෙකුගෙන්, සතුන්ගෙන් ආදීය ආරක්ෂාවක් සහිත තැනක් නම් වඩාත් උචිතයි. මෙම තැනට පියුස්

බෝඩ් එක සිට වෙනමම විදුලි සම්බන්ධතාවක් ලබා ගන්න. ඒ සඳහා ඇම්පියර් 10 ක පියුසයක් එහි සවි කරන්න. එම පියුස් එකෙන් නිවසේ වෙනත් කිසිම උපකරණයකට විදුලිය සපයන්නට එපා. එම පියුසයේ සිට 2.5mm^2 වයර්වලින් තමන්ගේ වැඩ කරන තැනට ආරක්ෂිතව විදුලි සැපයුම ලබා ගන්න. පියුස් බෝඩ් එකේ සිට වෙනමම අර්ත් වයරයක්ද එතැනට ලබා ගන්න. දැන් එම විදුලි සැපයුමෙන් ඔබට අවශ්‍ය විවිධ වර්ගයේ සොකට් ආදිය සහිත සවිකරපු පවර් පැනලයක් සාදා ගන්න.



බොහෝ අය පුරුදුව ඇත්තේ කාමරයේ තිබෙන සොකට් එකට එක්ස්ටෙන්ෂන් කෝඩ් එකක් ගසා, ඉන් විදුලි උපකරණ කිහිපයකට විදුලිය ලබා දීමටයි. මෙය කිසිසේත් හොඳ ක්‍රමයක් නොවේ. මෙමඟින් එක්ස්ටෙන්ෂන් කෝඩ් එක අනවශ්‍ය ලෙස රත්වීම/ගිනි ගැනීම, පියුස් යෑම ආදිය ඇති වේ. තාවකාලික අවශ්‍යතා හා ඉතා අඩු ක්ෂමතා (කුඩා) උපකරණ කිහිපයකට එකවර පවර් සැපයීමට පමණක් පවර් එක්ස්ටෙන්ෂන් කෝඩ් භාවිතා කරන්න. ඉහත ආකාරයට නිවැරදි ක්‍රමයට එය සිදු කරන්න.



කර්තෘගේ වෙනත් පොත්

ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් අත්පොත 1

වින්ඩෝස් වෙනුවට ලිනක්ස්

ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් අත්පොත 2

පහසුවෙන් ඉංග්‍රිසි කඩිනමින්

පරිගණක හා ඉන්ටර්නෙට් සාක්ෂරතාව

කොම්පියුටර් ප්‍රෝග්‍රැමිං හා OOP

C හා C++ ප්‍රෝග්‍රැමිං

මෝහනය හා මෝහන ප්‍රතිකර්ම

ලිපිලේඛන සැකසීමේ හැකියාව